VITTORIO GUIZZARDI
DEL R. LICEO GALVANI DI BOLOGNA

ZOOLOGIA

PER I LICEI CLASSICI E SCIENTIFICI

PARTE II

EDIZIONI "LA PRORA" MILANO
1939-XVII

VITTORIO GUIZZARDI
DEL R. LICEO GALVANI DI BOLOGNA

ZOOLOGIA

AD USO DEI LICEI CLASSICI E SCIENTIFICI

EDIZIONI LA PRORA
MILANO
1939 - XVIII

INTRODUZIONE

Biologia (da βιος e λόγος) significa letteralmente: *discorso sulla vita.* Questa scienza infatti si occupa degli esseri viventi — animali e piante — e di tutti quanti i problemi che alla vita si riferiscono e che interessano non soltanto il naturalista, ma anche il medico, l'agricoltore, l'allevatore e, in linea teorica, anche il filosofo ed ogni persona colta.

Non si possono però affrontare questi problemi senza una adeguata conoscenza del mondo animale — Uomo compreso — e vegetale: conoscenza che si acquista con la **Zoologia,** che è lo studio scientifico degli animali, e con la **Botanica,** che è lo studio scientifico delle piante. Perciò una prima suddivisione che si deve fare è quella che tiene distinta la **Biologia animale** da una parte e la **Biologia vegetale** dall'altra.

Lo studio scientifico di un animale — come quello di una pianta — non consiste soltanto nella descrizione dei caratteri esterni, ma anche in quello della struttura interna, del funzionamento dei varî organi, del suo sviluppo, dei suoi rapporti con gli altri esseri viventi e con l'ambiente in cui vive; altrettanti scopi diversi, altrettanti rami di ricerca corrispondenti. Così allo studio della forma esterna corrisponde la *Morfologia descrittiva*; a quello della struttura interna l'*Anatomia*; a quello del funzionamento complessivo e particolare dei varî organi la *Fisiologia*; a quello dello sviluppo l'*Embriologia.* Infine l'*Etologia* si riferisce agli usi e costumi degli animali e la *Ecologia* studia gli esseri viventi in relazione all'ambiente.

A loro volta queste singole scienze si suddividono in rami minori, poichè necessariamente, quanto più si estendono le nostre conoscenze, la suddivisione del lavoro si impone; ma questo, anzichè essere di ostacolo, favorisce lo sviluppo della scienza, purchè sia mantenuto quel nesso organico fra i diversi rami che rende vano il pericolo di una soverchia specializzazione.

Noi non dovremo occuparci qui che dei concetti fondamentali della Biologia, e in modo che questi concetti possano servire di base a studî ulteriori.

Però consigliamo i giovani a tener sempre presente che questo testo non vuole essere altro che una guida e un incitamento, affinchè essi si abituino a guardare

e ad osservare *coi propri occhi* gli oggetti ed i fenomeni naturali; nessun libro val tanto quanto una constatazione *de visu*; nessuna gioia è tanto profonda e ricca di incalcolabili conseguenze quanto una osservazione fatta *personalmente*, e la constatazione che la scienza non si riduce ad una esercitazione dottrinale, ma è la vita stessa nella sua molteplice realtà che si svolge dinnanzi ai nostri occhi affascinati da tanta varietà e bellezza, e che sottoposta al vaglio della intelligenza ci sospinge incessantemente verso le più alte mete ideali, fine ultimo a cui l'uomo tende per sua natura e per sua volontà.

PARTE PRIMA

GLI ESSERI VIVENTI

Gli esseri viventi e i corpi non viventi. – Se mettiamo in confronto un animale od una pianta con un corpo inorganico, come un minerale od una roccia, rileviamo subito una differenza fondamentale fra gli uni e gli altri; e cioè che mentre gli animali e le piante *vivono*, i minerali e le rocce non sono dotati di vita.

Ma che significa questa parola: *vivono*? In altri termini che cosa è, e in che consiste *la vita*? Rispondere a questa domanda vuol dire rispondere al quesito più arduo di tutta la biologia, e quindi non possiamo pretendere di dare qui una risposta adeguata: prima perchè è necessario una base di conoscenze che non abbiamo ancora dato, e poi perchè, nonostante i progressi mirabili compiuti dalla scienza, quello che è *l'essenza della vita* rimane ancora avvolto nel più impenetrabile dei misteri.

Possiamo però considerare la vita *nelle sue manifestazioni* e cercare di vedere in che cosa, da questo punto di vista, un essere vivente differisce da un corpo che diciamo non vivente.

Vediamo allora che molte sono le caratteristiche proprie di un essere vivente; esso infatti si *nutre*, *respira*, si *muove*, compie cioè una serie di *funzioni* che non hanno riscontro nel mondo inorganizzato; inoltre esso è *sensibile* ossia reagisce agli stimoli esterni in varie maniere. Osserviamo ancora il compiersi di altre funzioni, fra le quali è tipica quella della *riproduzione*, per cui un animale o una pianta è capace di generare individui simili ai genitori, e in questo modo *la specie* viene conservata. Invece col tempo un organismo invecchia e muore; la vita individuale che si era iniziata con la nascita e si era svolta con lo sviluppo, la crescita, lo stato adulto e la vecchiaia, compiuto il suo *ciclo di sviluppo*, cessa di esistere.

Tutte queste funzioni sono intimamente legate inoltre a una particolare *struttura* del corpo, a una determinata *costituzione morfologica*. L'essere vivente ha una *organizzazione* propria.

Tutto ciò non esiste nel mondo inorganico, o almeno esiste per pura analogia formale, poichè sostanzialmente diversa è la natura e la qualità dei fenomeni e dei processi che si verificano e si svolgono in un minerale o in un cristallo. Anche in un cristallo infatti, come ci insegna la Mineralogia, e come è ad es. un diamante, si nota una particolare struttura interna ed esterna in modo che ne risulta per lo più un solido a configurazione geometrica determinata; e si nota in esso anche un accrescimento e uno sviluppo: ma altro è quel complesso di organi e di parti morfologicamente diversi che compongono un organismo, e l'armonico

coordinamento delle funzioni che si svolgono in esso, e il permanere della forma specifica per cui da un seme di una quercia nascerà sempre una quercia e da un uovo di gallina una gallina. Nel cristallo l'accrescimento avviene per sovrapposizione di nuove particelle alle preesistenti; nell'organismo la sostanza alimentare esterna viene presa e trasformata dall'organismo stesso in *sostanza viva* (*assimilazione*) con emissione di prodotti di rifiuto, onde ne deriva un *ricambio materiale*, caratteristico e il processo dello sviluppo si compie in modo tutt'affatto diverso.

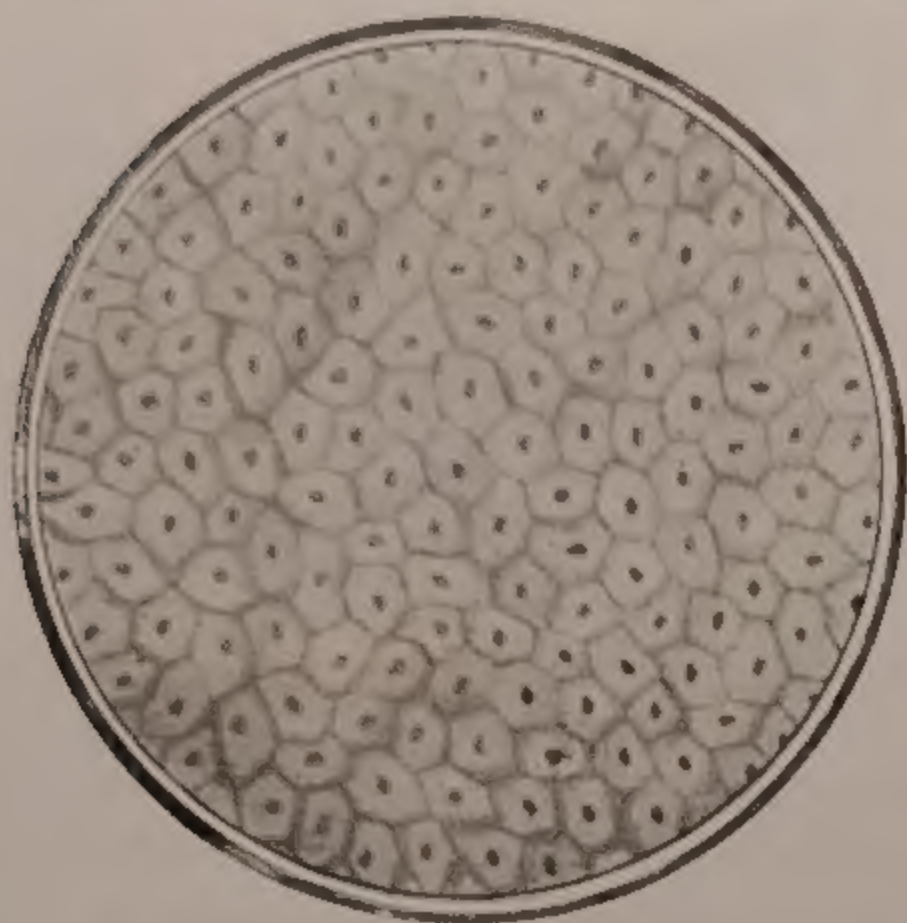



Fig. 1. – Cellule della pelle della rana.

La costituzione fondamentale degli organismi. – La ragione di questa diversità sta soprattutto nel fatto che il corpo degli organismi è formato da una sostanza fondamentale unica alla quale si è dato il nome di *protoplasma* (da *protos*, primo e *plasma*, materia). È all'attività di questo protoplasma — base fisica e chimica della vita — che si deve il compiersi delle varie funzioni sopra dette. Sulla natura fisica e chimica di questa sostanza e sulle sue proprietà diremo più estesamente a suo tempo. Soltanto, è bene avvertirlo fin da ora, è necessario sapere che il protoplasma non forma nel corpo degli organismi un tutto omogeneo e indifferenziato.

Se noi esaminiamo al microscopio un frammento (convenientemente preparato secondo i procedimenti suggeriti dalla tecnica microscopica) di pelle o di muscolo o di osso o di altro tessuto animale, oppure di foglia o di fusto o di radice di una pianta, vediamo comparire, al forte ingrandimento prodotto dalle lenti dello strumento, una minuta struttura, quasi un fine mosaico nel quale si possono sempre riconoscere delle parti caratteristiche per forma, dimensioni, rapporti di posizione, ecc. che ne formano per così dire l'intima trama, ne determinano la minuscola e mirabile architettura (fig. 1). A ognuna di queste parti, che non è che una *porzione delimitata di protoplasma e costituisce l'elemento anatomico fondamentale dei tessuti componenti l'intero essere vivente* si dà il nome di *cellula*. Un organismo *pluricellulare* si potrebbe quindi paragonare ad un edificio costruito con l'unire pietra a pietra, ossia cellula a cellula; ma come l'ingegnere sa creare le più diverse combinazioni e architetture, così gli organismi sono costruiti secondo i più diversi *piani di organizzazione*, e assumono le forme e gli aspetti più svariati. Teniamo presente però che questo paragone della cellula con la pietra va inteso soltanto per comodità di esposizione, poichè la cellula, a differenza della pietra, *vive*, ossia compie tutte quelle funzioni che abbiamo detto essere caratteristiche di ogni essere vivente. Inoltre a comporre un edificio organizzato, vivente, unitario, la sostanza protoplasmatica contribuisce anche con ponti di unione fra le cellule, aggruppamenti e fusioni di elementi cellulari che danno luogo a strutture e formazioni particolari, onde ne risulta un tutto unico armonicamente costituito. Infine è da notarsi che si conoscono organismi *unicellulari*, cioè

formati da una cellula sola, e [illegible]ita autonoma e indipendente. In questo caso la struttura dell'unica cellula, anzichè semplice, può essere assai complicata, come si vedrà quando parleremo dei Protozoi.

Ma questo e altro risulterà meglio da quanto andremo esponendo via via che procederemo nel nostro studio. Possiamo intanto riassumere quanto si è detto:

1º) La vita in un organismo si manifesta e si esplica mediante un complesso di funzioni che fondamentalmente sono: la *nutrizione*, la *respirazione*, il *ricambio materiale* e l'*assimilazione*, il *movimento*, la *sensibilità*, la *riproduzione*.

2º) Gli organismi nascono, crescono, diventano adulti, poi invecchiano e infine muoiono, ossia hanno un *ciclo di sviluppo* secondo cui si svolge la loro vita *individuale*.

3º) Gli esseri viventi conservano nei discendenti la loro esistenza *specifica*, generando figli simili nella struttura ai genitori.

4º) Gli esseri viventi posseggono una *organizzazione* loro propria che si manifesta nella struttura generale (*cellulare*) e nella conformazione particolare esterna ed interna: onde il nome di *organismi* dato anche ad essi, per indicare appunto che sono costituiti dall'insieme di parti od *organi* in rapporto con determinate funzioni.

5º) Gli esseri viventi hanno origine da altri esseri viventi. *Omne vivum ex vivo.*

CENNI SULLA MORFOLOGIA E SULLA ORGANIZZAZIONE GENERALE DEL CORPO UMANO

Conformazione esterna del corpo umano. – Nel corpo umano si distinguono: il *capo*, il *tronco* e le *estremità* od *arti* superiori ed inferiori.

Il *capo* consta del *cranio* e della *faccia*; quello molto sviluppato e con la fronte alta, che reca l'impronta dell'intelligenza; questa tipicamente espressiva per gli occhi che sono «lo specchio dell'anima», e per il giuoco dei muscoli mimici che ne rendono variabilissima l'espressione.

Il *tronco*, unito al capo mediante il *collo*, anteriormente si distingue in *torace* o *petto*, nella parte superiore, e in *addome* o *ventre*, nella parte inferiore, con una piccola cicatrice infossata nel mezzo (ombelico); posteriormente si distingue in *dorso*, in mezzo ed in alto, e in *lombi* in basso là dove la superficie del corpo va facendosi leggermente concava. Seguono poi le *anche* lateralmente sporgenti, il *bacino* o *pelvi* limitato dalle *coscie* in avanti, per mezzo della piega dell'*inguine* e, indietro, dal solco con cui termina in basso il volume delle *natiche*.

Le due *estremità superiori* si inseriscono mediante le *spalle* al tronco e ognuna di esse comprende: il *braccio*, l'*avambraccio* e la *mano*. Le due estremità inferiori, unite al tronco mediante il *bacino*, comprendono ciascuna la *coscia*, la *gamba* e il *piede*.

La parte posteriore del ginocchio si chiama regione *poplitea*; il collo del piede: *caviglia*, e le sue sporgenze ossee laterali: *malleoli*. Nel piede, il dito corrispondente al pollice della mano, vale a dire l'*alluce*, non è opponibile, come nella mano, alle altre dita.

Il corpo umano è adatto alla *stazione eretta* e poggia con la *pianta* del piede in terra (animale *plantigrado*)

Conformazione interna. I principali apparati e le loro funzioni. – Negli organismi pluricellulari le cellule variano molto fra loro per forma e per funzione, ma quelle che sono simili per l'una e per l'altra di queste proprietà, si raggruppano insieme, e formano ciò che si chiama un *tessuto* (es. tessuto osseo, muscolare, nervoso). Tessuti diversi si riuniscono poi a loro volta in parti del corpo aventi forma e funzioni particolari che sono dette *organi* (es. stomaco, cuore). Infine si dice *apparato* e *sistema* un insieme di più organi concorrenti con la loro attività a compiere una determinata funzione generale, sia questa della *vita vegetativa* (*nutrizione, respirazione, circolazione, secrezione* ed *escrezione, riproduzione*), o della *vita di relazione* (*sensibilità* e *movimento*). A questi apparati o sistemi per ora accenneremo soltanto, salvo a trattarne più estesamente e particolarmente più avanti.

Intanto notiamo come i più importanti *organi della vita vegetativa* stiano racchiusi in un'ampia cavità interna detta *celoma* o *cavità pleuro peritoneale*. Questa cavità è divisa da un tramezzo muscolare (il *diaframma*) in due parti: una superiore detta *cavità toracica* o *pleurica*, nella quale si trovano i *polmoni* ed il *cuore*, e una inferiore chiamata *cavità addominale* o *peritoneale*, nella quale si trovano lo *stomaco*, l'*intestino*, il *fegato*, il *pancreas*, la *milza*, i *reni*, ecc. (fig. 2).

Gli *organi della vita di relazione* sono quelli componenti il *sistema nervoso centrale* (*encefalo* e *midollo spinale*); i *muscoli* e le *ossa*. I centri nervosi stanno racchiusi nella *cavità neurale* formata dal *canale della colonna vertebrale* entro cui sta il midollo spinale e dalla *scatola cranica* entro cui sta l'encefalo (*cervello*, *cervelletto* e *midollo allungato*).

I *muscoli* formano nel loro insieme quello che va comunemente sotto il nome di *carne*, e con le loro contrazioni provocano i varî movimenti delle ossa alle quali stanno saldamente uniti mediante i *tendini*.

Le *ossa* costituiscono lo *scheletro* che dà sostegno a tutte le parti molli e determina, si può dire, l'architettura generale del corpo.

Gli apparati principali sono:

Apparato respiratorio. – I *polmoni* sono gli organi principali dell'apparato respiratorio alla formazione del quale concorrono anche la *laringe*, la *trachea* ed i *bronchi*. Mediante i polmoni l'uomo respira l'*aria atmosferica*, vale a dire introduce nel corpo il gas *ossigeno* dell'aria ed emette un altro gas, l'*anidride carbonica*. Questa funzione è indispensabile per il mantenimento della vita, come sarà chiarito più avanti nella fisiologia. La *laringe* è anche l'organo della *fonazione*, ossia quello che permette la formazione e l'emissione della voce.

Apparato circolatorio. – Il *cuore* è l'organo centrale della *circolazione del sangue*, e ad esso fanno capo tutti i vasi sanguigni (*arterie* e *vene*) sparsi per tutto il corpo. Esso è diviso internamente in quattro cavità e la circolazione dicesi perciò *doppia* e *completa*, giacchè il sangue nel suo giro passa due volte per il cuore e il sangue *arterioso*, ossia ricco di ossigeno, rimane completamente separato da quello *venoso*, ossia ricco di *anidride carbonica*.

Il sangue scorrendo infatti entro le arterie e le vene porta il nutrimento e l'ossigeno ai varî tessuti del corpo, mentre asporta i materiali di rifiuto, le sostanze rese inservibili per effetto del ricambio materiale.

Apparato digerente. – Questo apparato è costituito da un lungo tubo che comincia in alto con la *bocca*, si continua con la *faringe* e l'*esofago*, e, oltrepassato

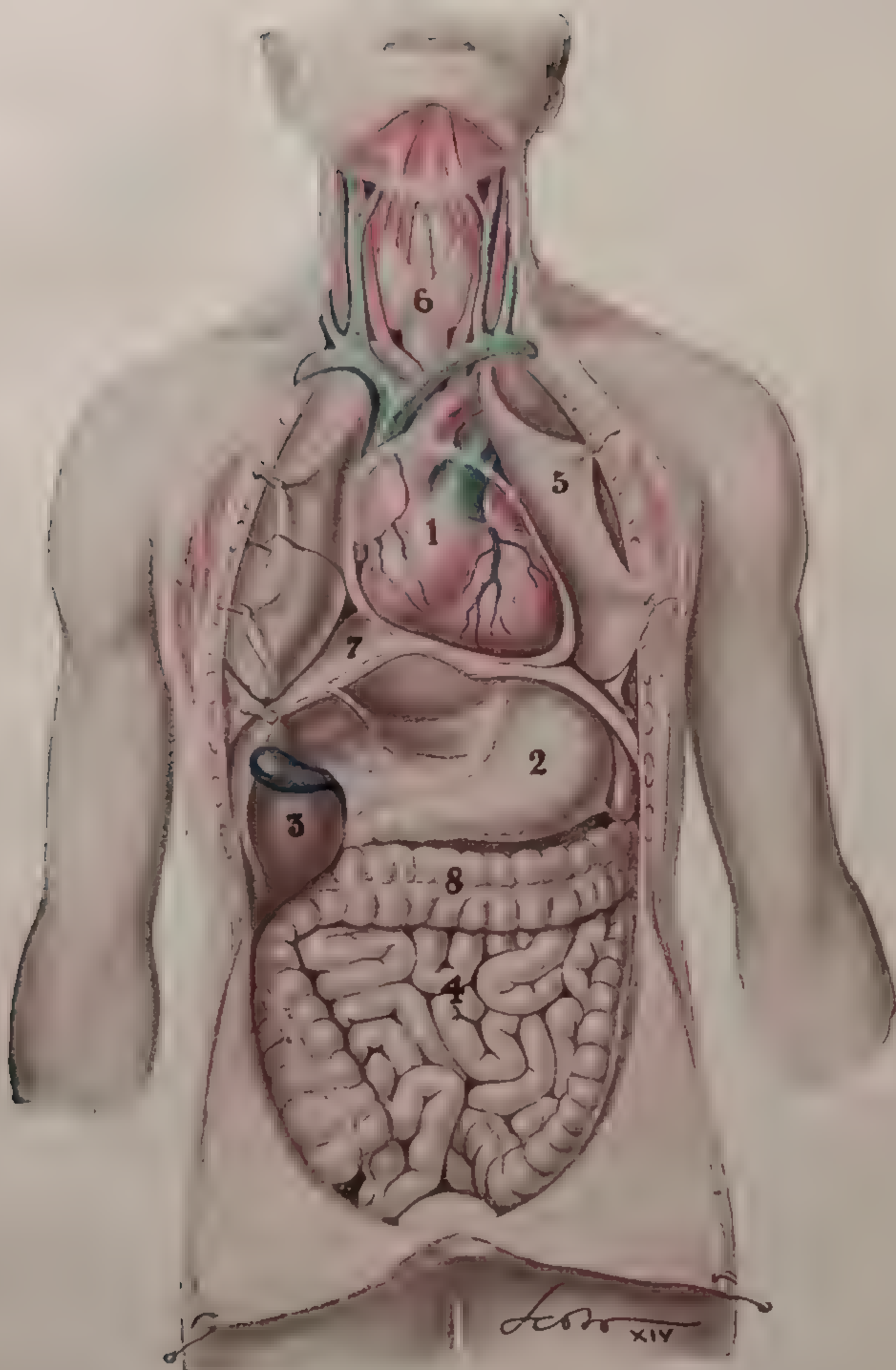



Fig. 2. – Organi endotoracici ed endoaddominali del corpo umano.
1. Cuore. — 2. Stomaco. — 3. Fegato. — 4. Intestino tenue. — 5. Polmoni.
6. Ghiandola tiroide e trachea. — 7. Diaframma. — 8. Colon.

il diaframma, si allarga, nella cavità addominale, nello *stomaco*, comunicante a sua volta con l'*intestino*, per terminare in basso con l'apertura anale. In rapporto con l'intestino sono due grosse ghiandole: il *fegato* ed il *pancreas*. La prima secerne

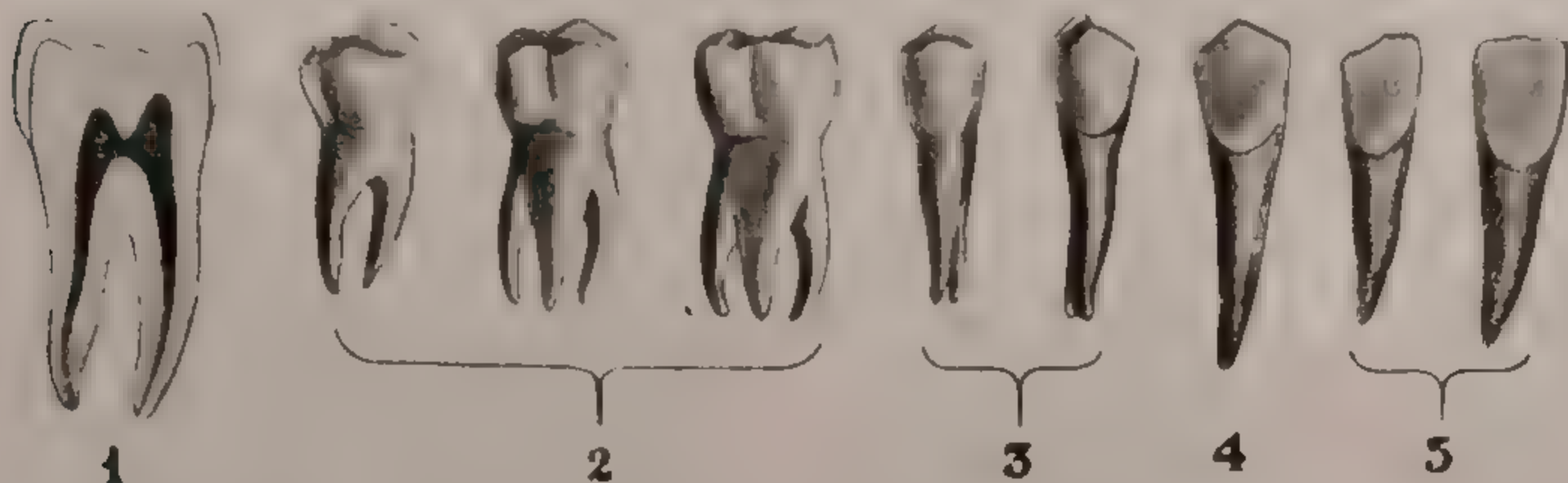



Fig. 3. – I denti.
1. Dente sezionato. 2. Denti molari. — 3. Denti premolari. 4. Dente canino. 5. Denti incisivi.

un succo verde: la *bile*, e la seconda il *succo pancreatico*, entrambi necessari per la *digestione* degli alimenti.

Nella bocca si notano la *lingua* ed i *denti*. Questi, nell'uomo adulto, sono in numero di 32, e sono distinti in *incisivi*, *canini*, *premolari* e *molari* (fig. 3). In ogni dente si distingue la *radice* che sta infissa nell'*alveolo* o *cavità dentaria* scavata nell'*osso mascellare* o *mandibolare*, e la *corona* che sporge all'esterno di questa. La sostanza componente i denti è l'*avorio*, il quale è rivestito, in corrispondenza della corona, di un'altra sostanza più dura: lo *smalto*. Con la cavità boccale comunicano inoltre le *ghiandole salivari* che producono la saliva.

Fig. 4. – Rene destro visto dalla faccia anteriore.
1. Uretere. 2. Capsula surrenale. 3. Vena renale. — 4. Arteria renale.

L'apparato digerente ha la funzione di trasformare le sostanze alimentari in sostanze atte ad essere *assorbite* e distribuite a tutte le parti del corpo dal sangue (e dalla linfa). Dapprima il cibo è masticato dai denti e quindi *deglutito*; poi passa nello stomaco dove, per mezzo di secrezioni prodotte da ghiandole speciali, viene trasformato in *chimo* e quindi nell'intestino, dove si compie, per mezzo dei succhi biliari e pancreatici, la digestione finale o *chilificazione*. Ciò che non viene assorbito passa oltre e viene eliminato in forma di *feci*. Le sostanze alimentari, una volta assorbite, entrano col sangue e colla linfa in circolazione e sono destinate ad essere *assimilate* dalle cellule, ossia trasformate in parte in sostanza viva o *protoplasma*. In

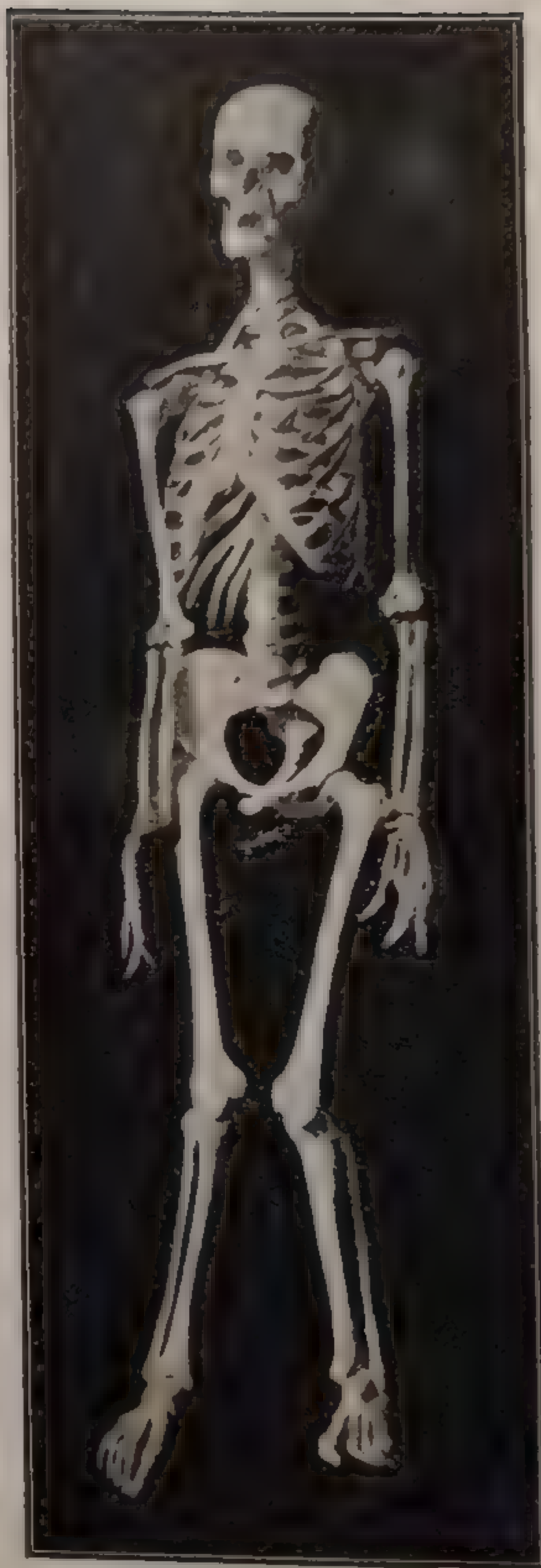
seguito a questa trasformazione si forma in parte *anidride carbonica*, che viene eliminata per mezzo dei polmoni, e in parte *urea* che viene eliminata per mezzo dei *reni*.

Apparato escretore. – Nella cavità addominale si trovano inoltre i *reni* (fig. 4) che sono due ghiandole di color rosso cupo, le quali hanno la funzione di eliminare dal corpo tutte quelle sostanze di rifiuto che il sangue reca ad essi (*escrezione*). Fra queste sostanze di rifiuto la principale è, come si è detto, l'*urea* che si trova nelle *urine*.

Sistema scheletrico. – A sostenere tutte le parti molli del corpo provvede lo *scheletro*, formato, come si è detto, dalle *ossa* (fig. 5). Nello scheletro si distingue il *capo*, il *tronco* e le *estremità*. Il *capo* è formato dalle ossa del *cranio* e della *faccia* (fig. 6). Il *tronco* è formato dalla *colonna vertebrale*, dalla *gabbia toracica* e dalle ossa che danno attacco alle estremità superiori (*cinto scapolare*), e inferiori (*cinto pelvico*). Nelle estremità superiori si nota l'*omero* nel braccio, il *radio* e l'*ulna* nell'*avambraccio*; poi vengono le piccole ossa del *carpo* nel polso, del *metacarpo* nella palma della mano, delle *falangi* nelle dita. Nelle estremità inferiori si notano il *femore* nella coscia, la *tibia* e la *fibula* nella gamba, e il *tarso*, il *metatarso* e le *falangi* nel piede.

Le ossa sono o *saldate* insieme (ossa del cranio e della faccia, meno la mandibola) o *articolate* fra loro in modo da permettere i varî movimenti. Le ossa del cranio formano come una specie di scatola entro cui sta il cervello, il cervelletto e il midollo allungato. La colonna vertebrale è formata di tanti pezzi o *vertebre*, le quali portano un anello delimitante un foro (*foro vertebrale*) (fig. 7). Dalla sovrapposizione dei singoli fori deriva un canale (*canale vertebrale*) entro cui si trova racchiuso il *midollo spinale*.

Fig. 5
Scheletro umano.

Sistema nervoso centrale e periferico. – *Cervello, cervelletto, midollo allungato* e *midollo spinale* costituiscono nel loro insieme il *sistema nervoso centrale* (fig. 8). Da esso partono dei nervi (*nervi periferici*) che vanno in parte ai *muscoli* e in parte agli *organi dei sensi*. Il sistema

nervoso centrale è detto anche *sistema di relazione* perchè serve a mettere in relazione il corpo umano con il mondo esterno e a coordinare i varî movimenti, e presiede alle funzioni più elevate della psiche (intelligenza, memoria, volontà, ecc.). Infatti per mezzo degli *organi dei sensi* (occhio per la *vista*, orecchio per l'*udito*, pelle per il *tatto*, lingua per il *gusto*, naso per l'*olfatto*) esso riceve i varî stimoli ed impressioni dal mondo esterno, li elabora nei centri nervosi corrispondenti, e li trasforma in *sensazioni* e in *percezioni*, inviando poi ai muscoli gli stimoli necessari affinchè questi, contraendosi, provochino i movimenti corrispondenti.

Sistema muscolare. – I muscoli stanno attaccati alle ossa per mezzo di cordoni resistenti detti *tendini* (fig. 9). Quando vengono stimolati si *contraggono*, ossia si accorciano e aumentano di spessore, ma poi, cessato lo stimolo, essendo *elastici*, ritornano alla forma e al volume primitivo. Vedremo come, oltre a questi muscoli, detti *volontari*, esistano nel corpo umano altri muscoli, detti *involontari*, perchè si contraggono indipendentemente dalla nostra volontà.

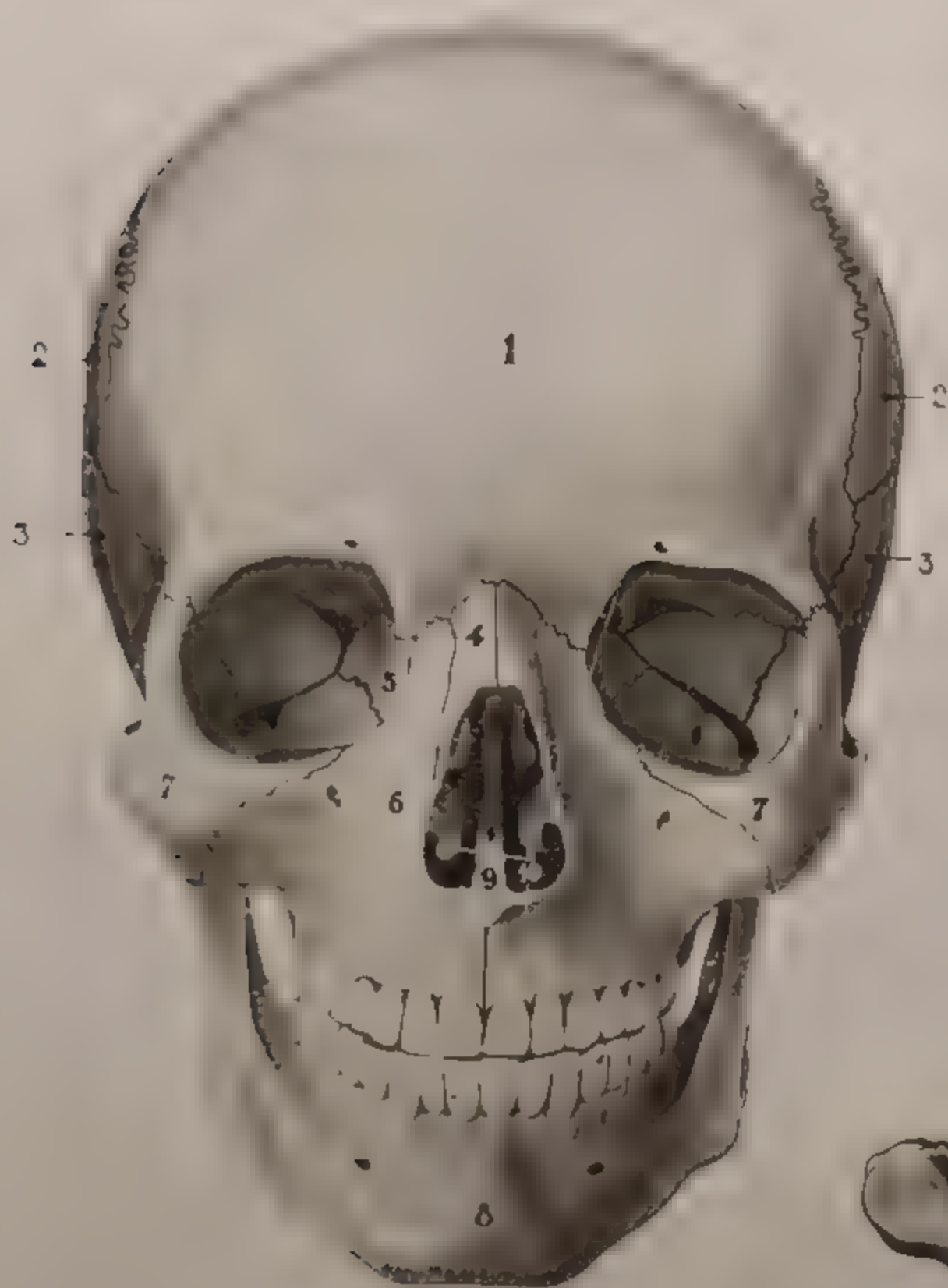



Fig. 6. – Cranio umano visto di fronte.

1. Osso frontale con le bozze frontali e le arcate sopraorbitali. — 2. Ossa parietali. — 3. Ossa temporali. — 4. Ossa nasali. — 5. Ossa lacrimali. — 6. Ossa mascellari. — 7. Ossa zigomatiche. — 8. Mandibola. — 9. Vomere. — 10. Turbinati.

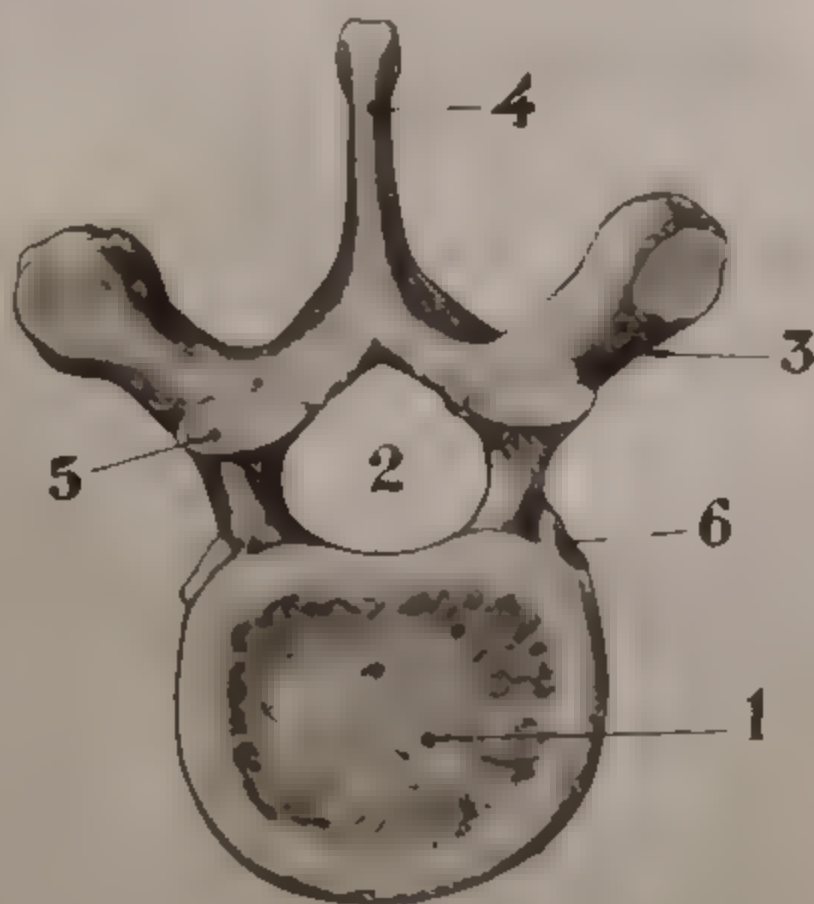



Fig. 7. – Vertebra dorsale.

1. Corpo vertebrale. — 2. Foro vertebrale. — 3. Apofisi trasverse. — 4. Apofisi mediana o spinosa. — 5. Apofisi articolari. — 6. Semifaccetta articolare per le coste.

Riassumendo quanto abbiamo fino ad ora esposto, possiamo dire che nel corpo umano esistono organi ed apparati adibiti alle varie funzioni con le quali si manifesta la vita: Funzioni della vita vegetativa: *Nutrizione, respirazione, circolazione del sangue, escrezione e secrezione*; Funzioni della vita di relazione: *Movimento e sensibilità*.

Infine l'uomo, come tutti gli esseri viventi, si *riproduce* e assicura in tal modo la continuità della *specie*.

Tutti gli apparati sopra descritti, funzionando armonicamente, mantengono in vita il corpo e consentono all'uomo di svolgere tutta la sua attività fisica e psichica.

Le medesime funzioni — sia della vita vegetativa, sia della vita di relazione, — vengono compiute anche (come si vedrà meglio via via che procederemo nel nostro studio) da tutti gli altri animali: e con apparati ed organi talvolta somiglianti a quelli dell'uomo, più spesso assai diversi. Anzi vi è tanta e tale varietà nella struttura esterna ed interna del corpo degli animali, e nel modo con cui si compiono le sopraddette funzioni che l'indagine in questo campo si presenta quanto mai interessante. Così ad esem. l'apparato respiratorio di un uccello, di un rettile, di un pesce, di un insetto, serve alla funzione della respirazione con introduzione di ossigeno ed emissione di anidride carbonica, ma la struttura è assai varia perchè altro è il *polmone* degli uccelli e dei rettili, altro sono le *branchie* dei pesci, altro sono le *trachee* degli insetti. Talora anzi l'organizzazione del corpo di certi animali è così singolare che gli stessi studiosi della natura furono un tempo tratti in inganno credendo di aver a che fare con piante anzichè con animali. Così, ad es., i Coralli. Ma prima di procedere oltre occorre dire qualche cosa sulla classificazione degli animali.

Fig. 8. — Encefalo e midollo spinale.
a, cervello; *b*, cervelletto; *c*, bulbo o midollo allungato; *d*, midollo spinale con le radici dei nervi spinali.

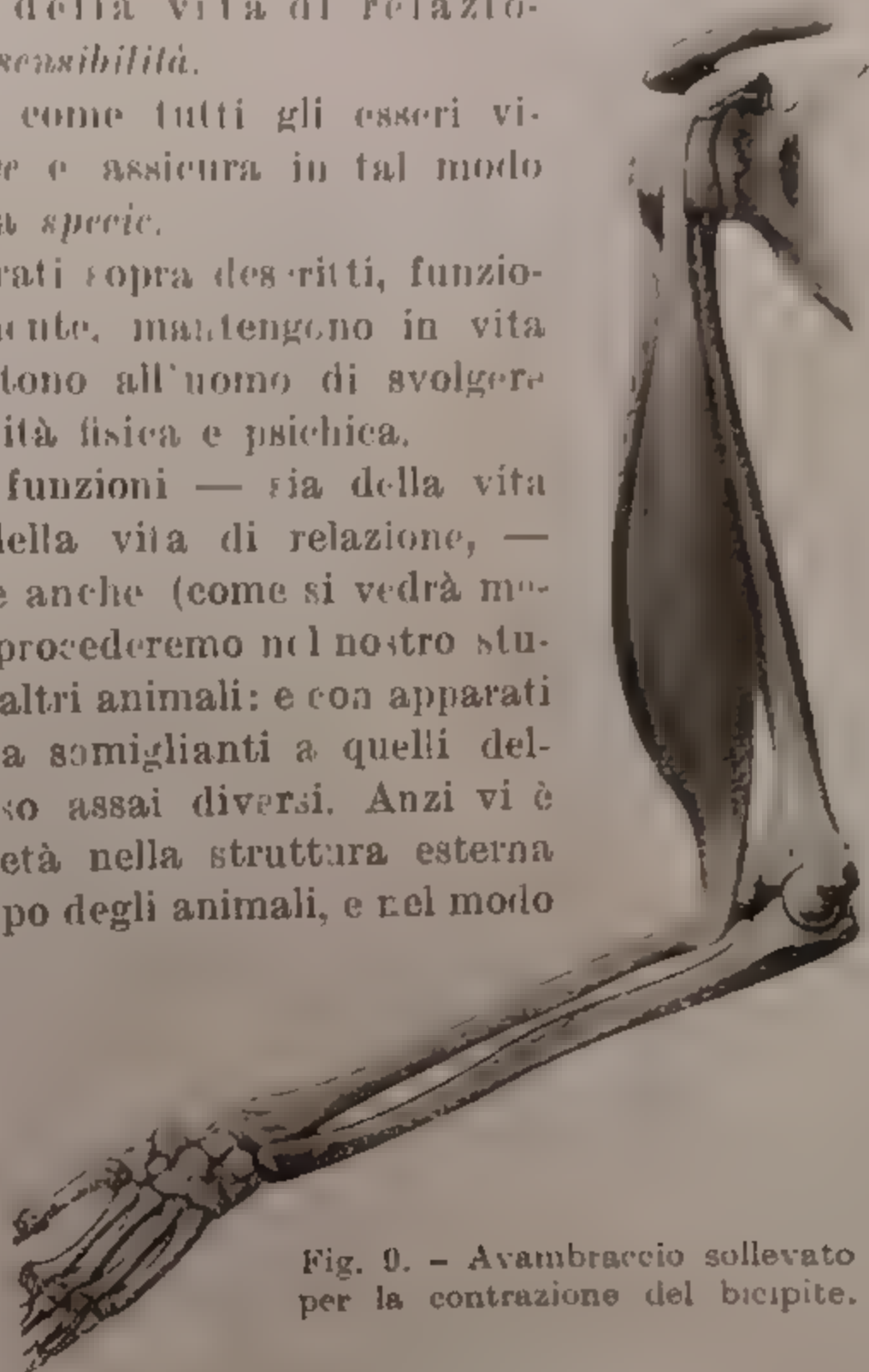



Fig. 9. — Avambraccio sollevato per la contrazione del bicipite.

LA CLASSIFICAZIONE DEGLI ANIMALI

Secondo la classificazione moderna, in base agli studi compiuti dalla anatomia e fisiologia comparate, dalla embriologia, dalla sistematica e ai criteri suggeriti dal concetto della evoluzione, si è stabilito di dividere gli animali in gruppi più

comprensivi chiamati *Tipi*, ciascuno dei quali comprende tutti gli animali aventi lo stesso determinato tipo [illegible]. Ogni Tipo si suddivide in *Sottotipi* e questi in *Classi*, in *Ordini*, in *Famiglie*, in *Generi*, in *Specie* e infine in *Varietà* o *Razze*.

Sul numero dei tipi non tutti gli zoologi sono però d'accordo, poichè per alcuni è di 14, per altri di 11; e questo perchè tale classificazione per quanto cerchi di rispecchiare il più fedelmente l'ordinamento naturale secondo il quale i vari gruppi sono connessi fra loro da rapporti di parentela e di successione, non consente ancora di avere notizie complete sulla storia naturale delle diverse forme e lascia adito ai più diversi apprezzamenti soggettivi.

A noi basterà conoscere i seguenti **undici Tipi**, che comprendiamo nei tre Sottoregni dei **Protozoi**, dei **Parazoi** e dei **Metazoi**. Tenendo anche conto di altre suddivisioni principali, il Regno animale viene a essere così ordinato:

REGNO ANIMALE

Sottoregno PROTOZOI	*Sottoregno* PARAZOI	*Sottoregno* METAZOI		
Tipo	*Tipo*	*Tipo*	*Sottotipo*	*Classe*
Protozoi	**Poriferi**	**Celenterati**		
		Ctenofori		
		Platelminti		
		Nematelminti		
		Anellidi		
		Artropodi		**Crostacei**, **Miriapodi**, **Aracnidi**, **Insetti**
		Molluschi		
		Echinodermi		
		Cordati	**Tunicati**	
			Cefalocordati	
			Vertebrati	**Ciclostomi**, **Pesci**, **Anfibi**, **Rettili**, **Uccelli**, **Mammiferi**

Tolti i *Protozoi*, che sono esseri unicellulari, e i *Poriferi*, che occupano un posto a parte nella classificazione, tutti gli altri sono *Metazoi*, ossia esseri pluricellulari, e hanno il corpo costituito di almeno due strati: una parete esterna cutanea ed una parete intestinale e sono inoltre forniti di un sistema nervoso e di cellule o fibre motrici.

I tre tipi: *Platelminti, Nematelminti, Anellidi* possiamo riunirli in un gruppo comprensivo sotto il nome di **Vermi**, ma questo a solo scopo didattico, giacchè oggi si preferisce riunire Anellidi e Artropodi in un unico gruppo (Articolati).

Delle altre suddivisioni diremo in seguito. Avvertiamo inoltre che comunemente si comprende anche sotto il nome generico di *Invertebrati* tutti gli animali non appartenenti alla Classe dei *Vertebrati*. Infine nella descrizione dei singoli Tipi, anzichè seguire l'ordine ascendente (dai Protozoi ai Cordati), crediamo opportuno seguire l'ordine discendente.

La Specie. – La *Specie* è l'unità sistematica fondamentale in Biologia e la *Sistematica* è la scienza che identifica e classifica le specie. Senza entrare di pro-

posto nella discussione del concetto di specie, è opportuno dare di essa una definizione provvisoria: la specie è *data dall'insieme di tutti gli individui fra loro somiglianti per alcuni caratteri essenziali e capaci di generare prole feconda*. Secondo quanto fu stabilito da LINNEO, naturalista svedese (1707-1778), ogni specie animale si indica (usando la lingua latina come lingua internazionale), con due nomi (*nomenclatura binomia*) di cui il primo indica il *genere* e l'altro lo specifica. Questo può essere un aggettivo (*Canis familiaris*) o un sostantivo (*Turdus merula*), o un nome proprio geografico al genitivo (*Passer Italiae*), o il nome di persona a cui la specie è dedicata (*Vipera ursinii*). Il genere è quindi comune a molte specie. Così, ad es., il Leone si chiamerà *Felis leo*; la Tigre: *Felis tigris*; il Gatto selvatico: *Felis catus*; il Gatto domestico: *Felis domestica*; dai quali esempi si vede come *Felis* indichi il genere e sia comune a tutte le specie menzionate. Dovendosi indicare una *varietà*, si pone dopo il nome specifico l'abbreviazione *var.* (es. *Turdus merula var. albina*).

Volendo quindi fare rientrare nel quadro generale della Classificazione la specie *Leone* avremo:

Sottoregno	*Tipo*	*Sottotipo*	*Classe*	*Ordine*	*Famiglia*	*Genere*	*Specie*
Metazoi	Cordati	Vertebrati	Mammiferi	Carnivori	Felini	Felis	Leo

Il posto dell'uomo nella Zoologia.

LINNEO poneva l'uomo (*Homo sapiens*) nell'ordine dei *Primati*, che comprendeva con lui le scimmie e lo distinse nel gruppo dei *bimani*, mentre le scimmie furono poste in quello dei *quadrumani*. BLUMENBACH ne fece l'unica specie di un *ordine*, definendo l'uomo come animale dotato di ragione, di linguaggio, di stazione eretta e di due mani. Altri ne fecero un *tipo* e persino un *Regno* a sè.

Stando alla sua conformazione esterna, alla sua struttura anatomica e al comportamento fisiologico, è innegabile esservi nel complesso una stretta affinità fra il corpo umano e quello di una scimmia antropomorfa. Ciò che veramente però interessa è di considerare le *differenze*, e fra queste una è molto importante, vale a dire la *stazione eretta*, in conseguenza della quale si ha tutto un diverso sviluppo delle varie parti dello scheletro, di altri organi, fra i quali il cervello, e dei rapporti che intercedono fra questi diversi organi. Ora la questione più importante è quella di sapere se questa stazione eretta, e le corrispondenti modificazioni, costituiscano un carattere *acquisito* o un carattere a sè indipendente. In altre parole, se il corpo umano abbia assunto questa sua struttura modificando una struttura primitiva del tipo di quella degli antropoidi, o se questa struttura sia sempre esistita fin dall'inizio della specie. Stando alla teoria della evoluzione, dobbiamo pensare che i caratteri umani siano acquisiti; ma questo è assai difficile a dimostrare. Se noi possedessimo delle forme fossili attestanti in modo indubbio il passaggio da forme inferiori a forme di organizzazione più elevata, il problema sarebbe risolto. Invece queste forme mancano, o sono insufficienti, e sull'origine dell'uomo non possiamo che fare delle ipotesi. Tutto questo non implica affatto, come comunemente si crede, che si debba negare il principio religioso. La natura agisce secondo leggi universali, ma il principio determinante di queste leggi è di natura metafisica.

In ogni modo, anche per sfatare un altro pregiudizio comune, l'ipotesi della origine da forme inferiori non vuol dire derivazione diretta dell'uomo dalla scimmia, ma *indiretta*, nel senso che un antenato comune ai due gruppi, quello delle scimmie e quello degli *Hominidi*, sarebbe stato il progenitore lontano da cui per divergenza sarebbero nati gli esseri

che, da una parte e dall'altra, avrebbero costituito i due gruppi, affini solo per questa loro origine remota. Anche su questo antenato comune le ipotesi sono varie; anzi v'è ragione di credere all'esistenza di più di un antenato, ossia ad una origine *poligenica* della specie.

Che l'uomo sia all'apice della scala animale, sia per la sua organizzazione, sia per le sue qualità psichiche e intellettuali, è un fatto, e più che per i suoi caratteri di struttura, l'uomo si distingue dagli altri *Primati* per la sua intelligenza superiore, coadiuvata dall'uso del linguaggio, per la sua perfettibilità e per la sua organizzazione sociale, come ben disse l'EMERY, zoologo evoluzionista.

Tipo: **CORDATI**

Il tipo dei *Cordati* è rappresentato da animali che si distinguono da tutti gli altri tipi per la presenza della così detta *corda dorsale*. È questa un organo assile situato nella regione dorsale del corpo, circa nella stessa posizione in cui si trova la colonna vertebrale nei Vertebrati, e che tiene anzi l'ufficio di questa dove essa manca, formando così una specie di ***scheletro interno***, essendo costituita da tessuto connettivo fibroso resistente.

Lo *scheletro interno*, che manca negli animali di organizzazione inferiore, permette maggiore libertà di movimento all'animale e maggiore indipendenza dall'ambiente esterno.

La corda dorsale si forma nell'embrione, e qualche volta sparisce e non si trova più nell'adulto (*Tunicati*); qualche volta permane tutta la vita (*Cefalocordati*), o da sola, o insieme con la colonna vertebrale (*Pesci*); ma nella maggior parte dei casi essa si atrofizza e viene ad essere sostituita dalla *colonna vertebrale*.

I *Cordati* si suddividono in *Vertebrati*, *Cefalocordati*, *Tunicati*.

Sottotipo: **VERTEBRATI**

Il corpo a ***simmetria bilaterale*** [1], gli organi a ***disposizione metamerica*** [2], la presenza permanente o temporanea della *corda dorsale* sono pure caratteri comuni ai *Vertebrati*. Ma si nota in essi che presto alla corda dorsale si sostituisce un vero e proprio ***scheletro cartilagineo*** od ***osseo***, differenziato in ***cranio*** e ***colonna vertebrale***, cosicchè la corda dorsale, quando esiste nell'adulto, attraversa la colonna vertebrale in corrispondenza della parte mediana dei corpi delle vertebre (Pesci). Il midollo spinale viene rinchiuso dentro il canale della colonna vertebrale e l'*encefalo* (*cervello, cervelletto, bulbo*) dentro la scatola cranica. Questo è distinto

(1) È possibile cioè immaginare di condurre un piano principale (piano *sagittale*) tale da dividere il corpo in due parti od *antimeri* che sono la metà destra e la metà sinistra di esso, eguali fra loro specularmente. Tale piano è infatti un *piano di simmetria* analogo per definizione a quello che si riscontra nelle forme dei cristalli. La simmetria bilaterale è comune alla grande maggioranza dei tipi degli animali.

(2) METAMERIA. — Abbiamo già visto come nell'uomo la colonna vertebrale risulta formata dalla successione di tante parti o *vertebre* disposte lungo l'asse principale del corpo, si può notare inoltre come la successione delle vertebre sia accompagnata dalla successione delle coste, dei nervi spinali, dei vasi intercostali: e l'embriologia o l'anatomia comparata dimostrano come anche i reni derivino dalla fusione di parti simili disposte successivamente e ripetute in serie. In altre parole il corpo umano e quello di molti altri animali (Vertebrati, Artropodi, Anellidi, ecc.) appare come diviso in segmenti consecutivi o *metameri* succedentisi nella direzione dell'asse principale,

anche in cervello anteriore (*telencefalo* [illegible] *metencefalo*), *bulbo*; e si osserva che queste parti [illegible] classi, con predominio del *telencefalo* nei vertebrati superiori (figg. 10 e 11). La *respirazione* avviene per *branchie* o per *polmoni*. Vi è un *cuore* che regola la circolazione del sangue e un apparato escretore che nelle forme superiori ha la forma e la struttura del *rene* umano. Gli *arti* anteriori e posteriori servono per la *locomozione*.

Fig. 10. – Cervello di:

Rettile Trota Rana Squalo

a) nervi olfattivi e lobi olfattivi; t) telencefalo (emisferi cerebrali); m) mesencefalo (istmo dell'encefalo); n) metencefalo (cervelletto).

I Vertebrati si riproducono per uova; ma, a seconda che l'uovo si sviluppa fuori del corpo della madre (es. Uccelli) o entro il corpo della madre (es. Mammiferi) si distinguono in *ovipari* e in *vivipari*. Alcuni sono *ovovi-*

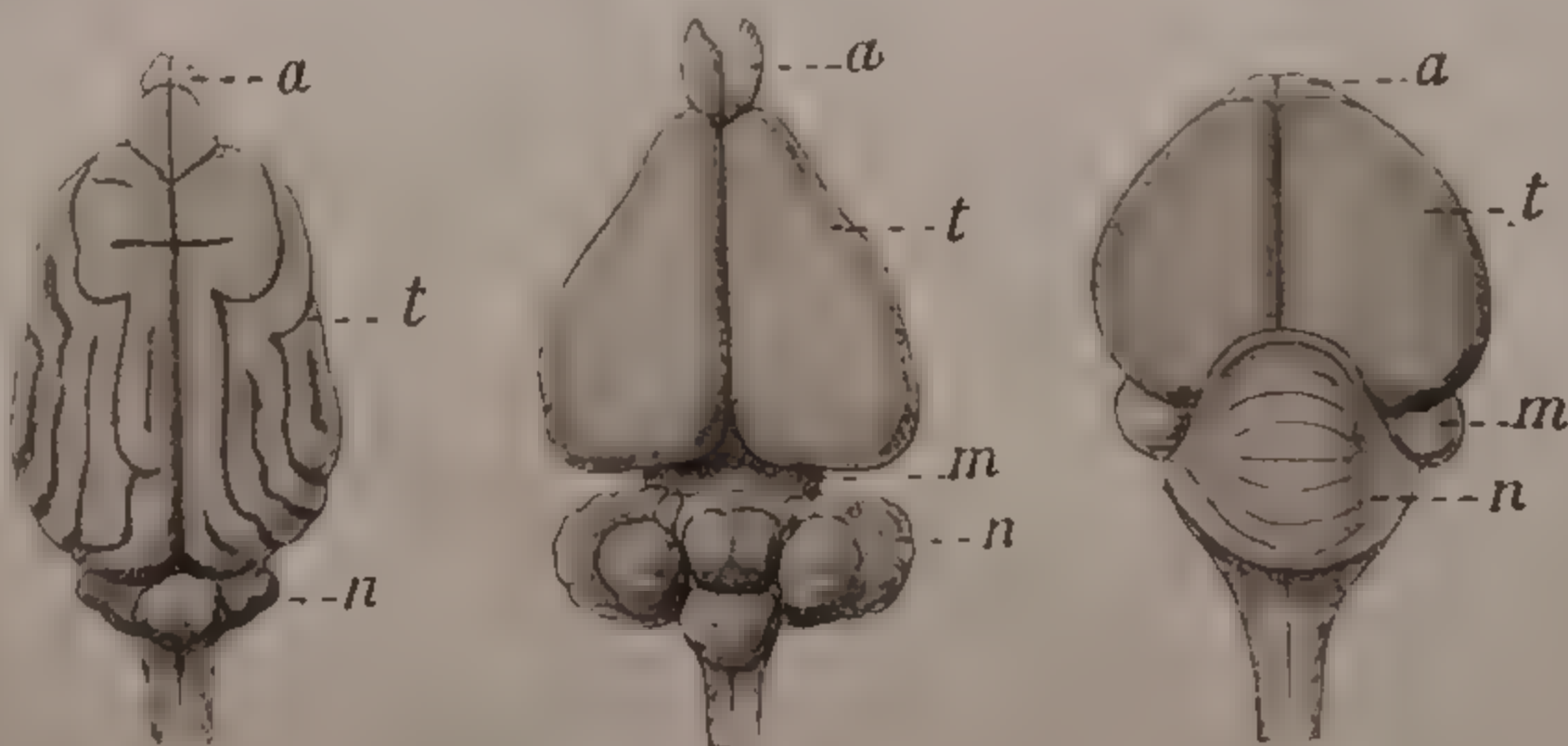



Fig. 11. – Cervello di:

Cane Coniglio Colombo

Idem, come sopra.

ciascuno dei quali ripete, più o meno compiutamente, l'organizzazione del precedente e a tale disposizione si è dato il nome di *metameria*.

La metameria può essere più o meno appariscente, più o meno profonda, più o meno perfetta; ma anche quando è perfetta, il primo o i primi segmenti differiscono dagli altri e formano il *capo*, e così l'ultimo o gli ultimi che formano la regione *anale* o *caudale*, come si verifica nei Vermi Anellidi (Lombrico). Negli Artropodi e nei Vertebrati i singoli metameri sono invece più o meno differenti gli uni dagli altri e, per lo più, riuniti in gruppi a costituire le diverse regioni del corpo (metameria così detta *eteronoma* per distinguerla dalla precedente detta *omonima*) e perciò più difficile a rintracciarsi. Questa disposizione strutturale caratteristica pare che sia da mettersi in relazione col movimento e la necessità che un corpo allungato e dotato di parti rigide possa compiere con maggiore libertà e indipendenza i vari movimenti laterali e di locomozione, di prensione, ecc.

vivipari, ossia l'uovo si sviluppa entro il corpo della madre, ma l'embrione non contrae relazioni con l'utero materno.

I *Vertebrati* comprendono le seguenti *Classi: Mammiferi, Uccelli, Rettili, Anfibi, Pesci, Ciclostomi*.

Prima Classe: MAMMIFERI

Caratteri generali. — Sono provvisti di *mammelle* (onde il nome di *Mammiferi*) con le quali le femmine allattano i piccoli nel primo periodo della vita. Hanno il corpo rivestito di *peli*. Importante a considerarsi è la *dentatura*, che varia nei diversi ordini e può essere *completa*, come nell'uomo, o *incompleta* (1). Respirano per polmoni. Hanno sangue caldo, e temperatura del corpo costante (animali a sangue caldo). Circolazione del sangue *doppia e completa*. Sono *vivipari*, ossia partoriscono prole viva, sviluppandosi l'embrione entro il corpo della madre, dalla quale riceve direttamente il nutrimento, per mezzo del cordone ombelicale che unisce l'embrione con la placenta (mammiferi *placentali*). Però nei marsupiali e nei monotremi non si forma la placenta (2). I monotremi sono *ovipari*.

Molti sono gli Ordini di questa Classe: ***Primati*** o *Scimmie*, *Pipistrelli* o *Chirotteri*, *Insettivori*, *Carnivori*, ***Pinnipedi***, ***Rosicanti***, ***Ungulati*** (*Proboscidati*, *Artiodattili*, *Perissodattili*), *Cetacei*, ***Maldentati*** o ***Sdentati***, ***Marsupiali***, *Monotremi*.

PRIMATI O SCIMMIE. — Gli animali più prossimi all'uomo per quanto riguarda la loro conformazione esterna e la struttura anatomica interna, sono le scimmie, specialmente le *antropomorfe*, come il **Gorilla**, l'***Orang-utan***, lo *Scimpanzè*.

Infatti la loro costituzione scheletrica (fig. 12) è, nel complesso, simile a quella dell'uomo.

Vediamo però le differenze.

Gli arti anteriori sono nelle scimmie assai più sviluppati che non quelli posteriori. Il dito pollice del piede (*alluce*) è opponibile alle altre dita come nella mano. La scatola cranica ha una capacità molto piccola; l'osso frontale è sfuggente indietro; le cavità orbitarie sono grandi e profonde; la mandibola è sviluppata, e i denti, in numero di 32 come nell'uomo, assai forti e robusti specie i canini (fig. 13); la cassa toracica stretta in alto e larga assai in basso. Anche per quanto riguarda gli altri caratteri anatomici e fisiologici — sistema muscolare, circolatorio, respiratorio, nervoso — la struttura e il funzionamento sono simili a quelli dell'uomo, esistendo tuttavia delle differenze notevoli.

Gorilla (*Gorilla gorylla*) (fig. 14). — È la più grande scimmia che si conosca, giungendo all'altezza media di metri 1,80. La pelle è di un colore nero con peli grigio ferro sparso per tutto il corpo meno che sulla faccia, sulla palma delle mani e sul petto. Il capo è ornato di una corona di peli rossi, corti, che scendono fino al collo. Ha occhi molto infossati con arco sporgente delle sopracciglia. Le mascelle sono enormi e munite di grossi canini. La fronte è sfuggente. Le orecchie piccolissime e il naso schiacciato. Collo corto, petto e spalle molto ampie, ad

(1) La dentatura si dice *completa* quando presenta tutte tre le specie di denti (incisivi, canini e molari), *incompleta* quando manca l'una o l'altra di queste specie.
(2) La *placenta* è un organo speciale che mette in comunicazione l'embrione col corpo della madre.

[illegible] to. [illegible] molto [illegible] parecchio [illegible] Quando [illegible]

Di [illegible] selvaggia, il Gorilla abita le foreste dell'Africa equatoriale, cibandosi più che altro di frutta, di semi, di giovani germogli di piante. Se aggredito si difende con accanimento valendosi della sua robustissima muscolatura. Per lo più vivono insieme un maschio ed una femmina e i genitori dimostrano molto amore per la loro figliuolanza.

Fig. 12. – Scheletro di uomo e di gorilla.

Orang-utan (*Simia satyrus*). – (Alto circa 1 metro e 40). L'*Orang-utan*, come del resto la maggior parte delle scimmie, è un animale essenzialmente arboricolo. Esso è adattato a vivere sugli alberi giacchè possiede arti anteriori e posteriori assai forti e terminati con mani e piedi atti ad afferrare i rami degli alberi. Il piede infatti possiede il dito pollice opponibile alle altre dita come si osserva nella mano (onde anche il nome di *quadrumani* dato alle scimmie). Il corpo è tozzo, rivestito di un pelame lungo, ruvido, di colore rossiccio. Il ventre è assai gonfio e sporgente. La coda manca. Il muso è lungo e prominente e la bocca ha labbra carnose e tumide con 32 denti, distinti in incisivi, canini, premolari e molari come nell'uomo (fig. 15). Il collo è capace di gonfiarsi per la presenza all'interno di due sacche che servono a rinforzare la voce quando l'animale è in collera.

Questa scimmia vive nelle foreste di Borneo, cibandosi di semi, di frutti, di uova di uccelli di insetti. La femmina partorisce annualmente un figlio che allatta nei primi mesi di vita, e al quale è molto affezionata. Quando cammina, l'Orang-utan, e così fanno le

altre scimmie, mantiene una posizione semi eretta, e appoggia sul suolo le nocche della mano e l'orlo esteriore dei piedi, che tiene rivolti in dentro.

Altre scimmie viventi nel *Contin... ...tico* sono: lo **Scimpanzè**, che abita ...lcune foreste dell'Africa tropicale (Cong... talora in grandi comitive che fanno un ba... cano indiavolato battendo col piede sop... tronchi di alberi cavi. È una scimmia i... telligente e mite, capace di essere add... mesticata e di apprendere ciò che le vie... insegnato, come sedersi a tavola, servi... delle posate, vestirsi e svestirsi e fare a... esercizi. Notevoli le diverse espress... della faccia sotto l'influenza di diversi se... timenti, comuni del resto anche alle altr...

Fig. 13. – Cranio di Macaco.

specie di scimmie (figg. 16, 17 18, 19, 20).

L'**Orang-utan**, lo Scimpanzè, il Gorilla appartengono al gruppo delle scimmie *Antropomorfe*. Un'altra scimmia dell'Africa è il **Gelada**, Cinocefalo dell'Abissinia (fig. 21).

L'unica scimmia che abiti allo stato libero ora l'Europa (scogli di Gibilterra) è la **Bertuccia**. (*Inuus ecaudatus*). Essa possiede due borse guanciali, una per lato, nelle quali raccoglie una certa quantità di cibo per poi masticarlo comodamente. È di indole facilmente collerica. Di indole allegra sono invece i **Cercopitechi** (figg. 22, 23), scimmie africane snelle, con grandi basette ai lati della faccia, munite di lunga coda, con callosità alle natiche.

Le scimmie del *Continente nuovo* o *americano* differiscono da quelle descritte per non avere

Fig. 14. – Il Gorilla.

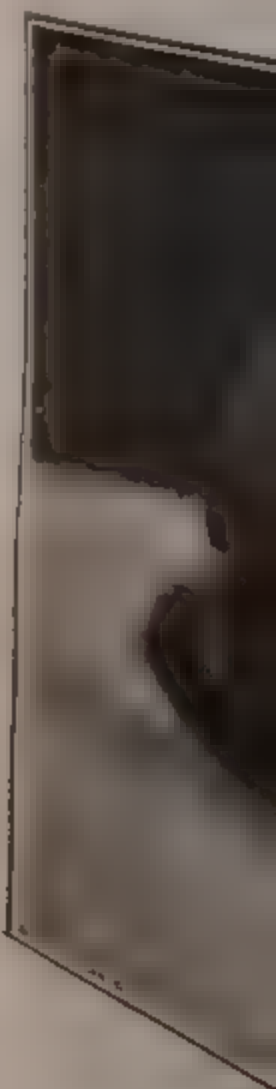
Fig. 15. – L'Orang-utan.

callosità alle natiche, nè borse guanciali; per non possedere il pollice del piede opponibile alle altre dita. In compenso hanno una coda lunga [illegible] vale a dire capace di avvolgersi ai rami e di sostenere il peso del l'intero corpo. Il loro setto nasale è largo (onde il nome di *platirrine* dato ad esse per distinguerle dalle scimmie del vecchio continente, che hanno setto nasale stretto, e sono dette perciò *catarrine*). Appartengono a questo gruppo i **Cebi** e gli **Urloni**. Questi ultimi sono così detti perchè riempiono di urla e di grida altissime e di suoni rauchi le foreste nelle quali vivono in branchi numerosissimi.

Lemuroidi o Proscimmie. – Il corpo di questi animali somiglia alle scimmie, ma caratteristici sono i grandi occhi e la dentatura che somiglia a quella degli insettivori. I Lemuroidi vivono nelle regioni calde dell'Asia, Africa e Madagascar.

Vi appartengono il **Tarsio spettro** (fig. 24) delle isole malesi; il **Maki** del **Madagascar** (fig. 25); il **Lori tardigrado di Giava e Borneo** (fig. 26).

Pipistrelli o Chirotteri. – Questi animali *caratterizzati dai loro membri anteriori trasformati in ali* (onde il nome di *Chirotteri*) si direbbero uccelli a giu-

Fig. 16. – Espressioni di stupore.

dicare dalle loro apparenze; ma in realtà sono mammiferi. Come questi infatti hanno la pelle coperta di peli; denti nelle mascelle e nelle mandibole; la femmina è provvista di mammelle con le quali allatta i piccoli.

Il **Pipistrello comune** (fig. 27). L'ala è formata da una membrana tesa fra le falangi delle dita assai lunghe delle estremità anteriori ed è unita al corpo, alle zampe e alla coda. Rimane libero il pollice della mano in alto e il piede, con le sue corte dita munite di unghiette ricurve ed aguzze, in basso. L'animale può ripiegare questa membrana intorno al corpo a guisa di mantello; si serve di essa per volare, ma il volo è disuguale e capriccioso. Esce verso il crepuscolo dal suo nascondiglio per andare in cerca di insetti di cui si ciba. La dentatura è adatta a questo genere di cibo, giacchè è completa e formata da denti aguzzi e taglienti. Gli occhi sono piccoli e la vista debole: molto sviluppato invece è il senso del *tatto*. D'inverno cade in *letargo* e si tiene sospeso durante questo tempo con le unghie del piede a un sostegno, tenendo il capo all'ingiù. Il *letargo* è una specie di sonno prolungato durante il quale l'animale non prende cibo, nè fa movimenti di sorta. La sua vita è come sospesa; però il cuore continua a pulsare, il sangue a circolare, i polmoni a funzionare; anche la nutrizione dei tessuti continua giacchè viene utilizzato il grasso che l'animale era andato accumulando nel suo corpo con

Fig. 21. – Gelada (*Cynocephalus gelada*) dell'Abissinia.

Fig. 22. – Diana (*Cercopithecus diana*).

una abbondante alimentazione [illegible] in letargo; ma tutto ciò si svolge assai lentamente e in modo molto attenuato.

Fig. 23. - Cercopiteco.

Fig. 24. – Tarsio spettro (*Tarsius borneanus*. (Lungo 15 cm. senza la coda lunga 20 cm.).

In questo modo il pipistrello supera i rigori del freddo e la mancanza del cibo poichè in inverno mancano gli insetti di cui si nutre. Questa specie vive nelle nostre città e borgate e abita i campanili delle chiese, le torri, i tetti delle case.

Fig. 25. – Un Lemuride: il Maki.
Non più grosso di un topo.

Altre specie di pipistrelli si raccolgono in numero grandissimo nelle grotte alla cui volte stanno appesi a modo di grappoli. Gli escrementi che cadono al fondo formano il noto concime chiamato *guano*.

Sono specie nostrali più grandi della precedente il **Pipistrello ferro di cavallo** e l'**Orecchione**; l'uno così chiamato per una appendice membranosa che porta sul muso a forma di ferro di cavallo; l'altro per il lungo padiglione delle orecchie.

Un grande pipistrello frugivoro è la **Rossetta** dell'arcipelago indo-malese, e la **Volpe volante** (fig. 28) d'Australia. In America vivono altri Pipistrelli (fig. 29) e il noto **Vampiro**, un piccolo chirottero di 7 cm. di lunghezza, che aggredisce gli animali addormentati, producendo loro una ferita da cui esce il sangue che il Vampiro lecca con la sua lingua. La ferita è lieve e tutto ciò che si è detto di pauroso su questo animale deve essere relegato nel regno delle favole.

[illegible] i insetti, essendo [illegible] appuntiti e taglienti.

Fig. 26. – Un Lemuride: il Lori tardigrado.
(1/4 della grandezza naturale)

La Talpa (fig. 30). Tutto il corpo della Talpa è conformato in modo da rendere l'animale atto a vivere sottoterra. La testa conica è terminata da un muso assottigliato ed acuto; [illegible] è corto e il tronco allungato terminato da una corta coda; le zampe anteriori sono cortissime, ma con le estremità larghe rivolte in fuori, munite di unghie robuste e formanti come delle palette atte a scavare; quelle posteriori pure corte e poggianti in terra con le loro piante in guisa da offrire notevole resistenza al corpo; le orecchie senza padiglione; gli occhi infossati piccolissimi e coperti dalla pelle; il pelo morbido, vellutato, di un bel color nero.

Fig. 27. – Il Pipistrello comune (*Pipistrellus pipistrellus*) (1/2 della gr. nat.).

La Talpa si scava nel terreno gallerie lunghe e tortuose (le così dette *talpaie*) per andare a cercare i bruchi e gli insetti che stanno presso le radici delle piante o che trova nel suo tragitto, nutrendosi anche di topi campagnuoli, di chiocciole, di lombrichi e di altri animali. Il cammino percorso dalla Talpa sottoterra si rivela alla superficie con

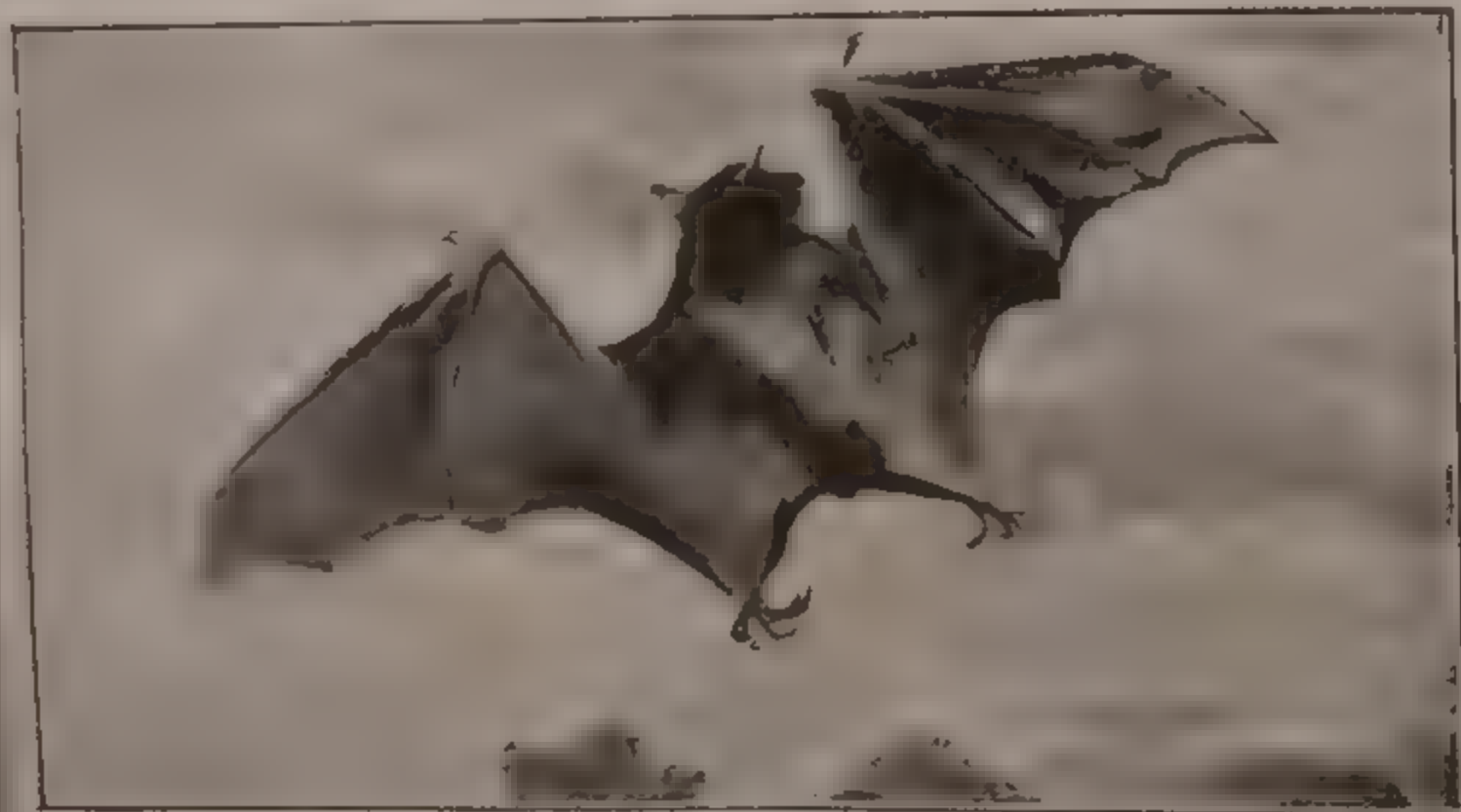



Fig. 28. – La Rossetta (*Pteropus poliocephalus*).
Pipistrello dell'Australia detto « Volpe volante » (frugivoro).

Fig. 29. – Un Pipistrello della Guyana.

caratteristiche rilevatezze del terreno. La tana è scavata assai più profondamente ed è costituita da due gallerie circolari orizzontali sovrapposte congiunte da gallerie oblique. In fondo, nel mezzo, sta la camera centrale coperta di muschio nella quale la talpa si riposa.

Il **Riccio** (fig. 31) ha peli rigidi duri trasformati in aculei e di essi si serve per difendersi dai cani e da altri nemici. Anzi quando è minacciato dappresso si ravvolge a palla, nascondendo così le parti molli del corpo. Si ciba di insetti, vermi, e anche di radici e di frutti. D'inverno cade in letargo.

Fig 30. La Talpa (*Talpa europaea*). (1/3 della gr. nat.).

Il **Toporagno** (*Sorex vulgaris*) è un piccolo animale che vive fra i cespugli; ha muso allungato e zampe corte (lungo 10 cm. coda 3 cm.).

Carnivori. – Nei carnivori i denti *canini* sono molto sviluppati; inoltre si notano i *denti ferini* (ultimo premolare superiore e primo molare inferiore, i quali hanno la corona a punte aguzze e scivolando l'uno sull'altro tagliano la carne come una forbice. Questo gruppo di animali è assai vasto e comprende diverse Famiglie: *Felini, Canidi, Martore, Iene, Viverridi* ed *Orsi*.

Felini. – Il **Leone** (fig. 32). Bene a ragione questa magnifica fiera è chiamata il «Re degli animali». Il portamento maestoso e la possanza delle membra che esprime la forza e l'ardire; la criniera folta del maschio che incornicia la testa superba; l'occhio vivido di bagliori strani; la dentatura formidabile atta a lacerare le carni

Fig. 31. – Il Riccio (*Erinaceus europaeus*). (1/4 della gr. nat.).

(fig. 33); le zampe terminate da dita con grosse unghie o artigli *retrattili*; la coda lunga, snella, terminata da un ciuffo di peli e che sferza l'aria allorchè l'animale è agitato; il ruggito pauroso che fa tacere tutti gli altri animali e fa tremare le antilopi, le zebre e le giraffe vittime predestinate: tutto ciò rende' ragione del timore che questa fiera esercita sugli animali e del fascino che ha sull'uomo, il quale spesso, nei suoi monumenti, ama raffigurarla quale simbolo di dominio e di forza.

Fig. 32. – Il Leone (*Felis leo*).

Il Leone abita in Africa e in alcune parti del continente asiatico, nelle savane e nel deserto, sui terreni scoperti ma disseminati di macchie e di cespugli.

Il suo colore fulvo si intona col colore della sabbia e del terriccio. La femmina non possiede criniera.

Altri felini sono: la **Tigre** dal pelame giallo scuro striato di nero (fig. 34), diffusa in Asia; la **Pantera** (*Felis panthera*) dell'Asia e dell'Africa, con macchie nere sulla pelle, somigliante al **Leopardo** (fig. 35) più piccolo e più agile; la **Lince** (figg. 36, 37) dalla vista acutissima; il **Giaguaro** (*Felis onca*) grande felino americano somigliante al Leopardo, il **Puma** (*Felis concolor*) o Leone americano, di color grigio fulvo; il **Gatto selvatico** (fig. 38) che si trova da noi ancora nelle Alpi piemontesi, nella Maremma toscana e in qualche altra località, e infine il nostro grazioso **Gatto domestico** (fig. 39). Si notino nella conformazione dello scheletro di tutti questi mammiferi le modificazioni determinate dal genere di locomozione (fig. 40).

Fig. 33. – Cranio di carnivoro.

Canidi. – Il **Cane** (*Canis familiaris*). Noto amico dell'uomo, il cane domestico è infatti di indole affet-

Fig. 34. – La Tigre (*Felis tigris*).

tuosa e rende utili servizi all'uomo. Si conoscono varie *razze* di cani; alcune adoperate per la caccia (*cani da caccia*, come il *bracco*, fig. 41, e lo *spinone*); altre per guardia (*cani lupi*, fig. 42; e *mastini*, fig. 43); i *Buldoggs inglesi e francesi* (fig. 44), altre per la caccia alla selvaggina (*cane levriere*); altre per il salvataggio di persone in procinto di annegare (*cane di Terranova*) o di morire assiderati (*Cani del Gran San Bernardo*; altre dette *di lusso* (*Can Barbone*; *Fox-terrier*, che è anche da caccia per tassi e topi; *Pechinesi*, ecc.).

Tutte queste razze diversificano fra loro per molti caratteri. Tutti i cani però hanno in comune gli artigli corti e non retrattili; tutti camminano appoggiando in terra i polpastrelli callosi delle dita (*digitigradi*); hanno la lunghezza quasi eguale delle zampe anteriori e posteriori, a differenza del gatto e dei felini, che, avendo le zampe posteriori più lunghe di quelle anteriori, sono particolarmente adatti a saltare; hanno l'occhio con pupilla rotonda e non ridotta a una fessura verticale, come si può osservare nei felini allorchè la luce è intensa, e che è propria degli animali *notturni*; hanno l'odorato finissimo.

Il cane purtroppo va soggetto ad una grave malattia: l'*idrofobia*. La malattia si manifesta con schiuma alla bocca, occhi arrossati, volontà di mordere gli oggetti anche i più duri, umore tetro e desiderio

Fig. 35. – Il Leopardo africano (*Felis pardus*). Lungo circa m. 1.25 più 85 cm. di coda)

di fuggire lontano dai suoi padroni, fobia per l'acqua. La morsicatura di un cane arrabbiato deve subito essere curata perchè altrimenti è fatale. La cura si fa negli Istituti antirabici (cura *Pasteur*: v. Parte III: IGIENE).

Altri canidi sono il **Lupo** (fig. 45) somigliante al Cane Lupo, che è probabilmente un suo discendente, ma da cui diversifica per l'aspetto più fiero e selvaggio.

Un tempo era molto diffuso nelle Alpi e negli Appennini; ma ora è divenuto raro. Vive ancora in branchi numerosi nelle steppe della Russia; diventa feroce quando è affamato, assalendo i greggi di pecore e anche l'uomo.

Il **Licaone**, grande come un cane da caccia o cane delle steppe, è comune in Africa (Abissinia) (fig. 46).

La **Volpe** (fig. 47) ha muso a punta, corpo snello adatto alla corsa e al salto, coda con pelame folto, occhio con pupilla verticale di giorno, dilatabile all'oscuro come quella del gatto, odorato finissimo, come quello del cane. Il colore del pelo è grigio rossastro. Questo animale è comune da noi e insidia le galline e altri animali, cibandosi qualche volta di frutta, specie di uva. Capace di insinuarsi in pertugi bassi e stretti esso ghermisce la preda nei suoi nascondigli, e l'astuzia che mette nella caccia è divenuta proverbiale. Basti dire che per prendere le cornacchie si mette a pancia all'aria, fingendosi morta; ma quando gli uccelli le sono a tiro con un balzo ne agguanta uno e se lo divora. Con le unghie forti e robuste si scava tane e gallerie nel terreno,

Fig. 36. – La Lince (*Felis lynx*).

Fig. 37. – La Lince, comune nell'Africa e nell'India (*Lynx caracal*). [illegible] della grandezza naturale).

presso i boschi e le fratte. — La *Volpe azzurra* è una varietà della Volpe polare o *Volpe bianca*, ed è assai ricercata per la sua pelliccia. In Italia abbiamo un importante allevamento di Volpi argentate a Courmayeur in Val d'Aosta.

Fig. 38 – Gatto selvatico (*Felis catus*)

Lo **Sciacallo** (fig. 48) somiglia un po' al cane, un po' alla volpe; divora cadaveri e manda strani gridi lunghi e insistenti specie nella notte. Vive in Africa, in Asia e in alcune parti dell'Europa (Turchia, Grecia).

Iene. – La **Iena striata** (fig. 49). È questo un brutto animale, codardo, dallo sguardo torvo e sinistro. Continuamente irrequieto nei suoi movimenti, ha pelame di color grigio sporco con striscie nere trasversali. Ha testa larga, collo corto, zampe anteriori più lunghe delle posteriori, cosicchè cammina goffamente. Una lunga criniera ispida scende dalla nuca verso il dorso.

È animale notturno e si ciba preferibilmente di cadaveri. Vive in Africa e in Asia.

Viverridi. – Le **Viverre** (fig. 50), abitano l'Africa e l'Asia e hanno pelame con macchie bruno-nericce e bianche; stanno, pei caratteri anatomici, un po' fra le Iene ed i Mustelidi, e sono notevoli per il forte odore di muschio dovuto ad una sostanza (*zibetto*) che producono da una speciale ghiandola.

Martore o Mustelidi. – La **Martora** (fig. 51) ha, come in generale tutti i Mustelidi, il corpo di forma allungata, con le zampe anteriori poste a notevole distanza da quelle posteriori, cosicchè essa, più che camminare, corre con movimenti serpentiniformi e si arrampica agilmente sui rami degli alberi, specialmente di notte, allorchè va in caccia della preda. Ha un colore scuro con una macchia giallo-ovo sotto la gola; è grande come un gatto.

Fig. 39 – Il Gatto domestico (*Felis domestica*)

Scaltra e sanguinaria come la Martora è la **Faina** (fig. 52) di color grigio-bruno-rossastro, con macchia bianca sulla gola, abitatrice dei boschi, ma spesso anche dei granai delle case dove penetra furtivamente. Però rivela la sua presenza con stragi compiute nei pollai e

nelle colombar[illegible] colari grida e co[illegible] re di muschio.

La **Donnola** ha il [illegible] allungato e sottile, [illegible] re del pelame giallo-rossiccio di sopra e bianco inferiormente. Si insinua facilmente tra i più stretti passaggi, si arrampica sui muri e sugli alberi, dando la caccia ai topi e agli scoiattoli, e se arriva in un pollaio stermina i polli scannandoli.

Fig. 40. – Scheletro di Leone.

Simile alla Donnola per forma e grandezza è l'**Ermellino** (fig. 53) abitatore delle Alpi. Notevole è il fatto che la sua pelliccia cambia di colore con la stagione; infatti d'estate è grigio-rossiccia e d'inverno è bianca, meno l'apice della coda che rimane nero. Questo mutamento di colore è giovevole all'animale giacchè d'estate si confonde con quello delle rocce e del terreno, e d'inverno col bianco delle nevi; è più difficile che così sia scorto dai suoi nemici.

Fig. 41. – Cani da caccia in ferma.

Si tratta di un fenomeno di adattamento all'ambiente, conosciuto col nome di *mimetismo di stagione*, del quale parleremo ancora più avanti.

La **Puzzola** (fig. 54) ha pelo lungo di color bruno e deve il suo nome all'odore disgustoso da essa emanato. Divora uccelli e uova, rane, lucertole, serpi.

La **Lontra** (fig. 55) è un grande Mustelide della lunghezza di un metro e trenta circa, con la pelle coperta da un pelame morbido e liscio, alquanto untuoso, e impermeabile all'acqua. Questo le consente di stare sott'acqua

alquanto tempo [illegible] [illegible] la Lontra adulta [illegible] rimanere e può re- sott'acqua altri [illegible] di [illegible] la coda lunga [illegible] alla base; le narici allungate e chiudibili; le orecchie corte e arrotondate munite di valvola di chiusura; le estremità palmate che fanno da remi. La Lontra si ciba prevalentemente di pesci.

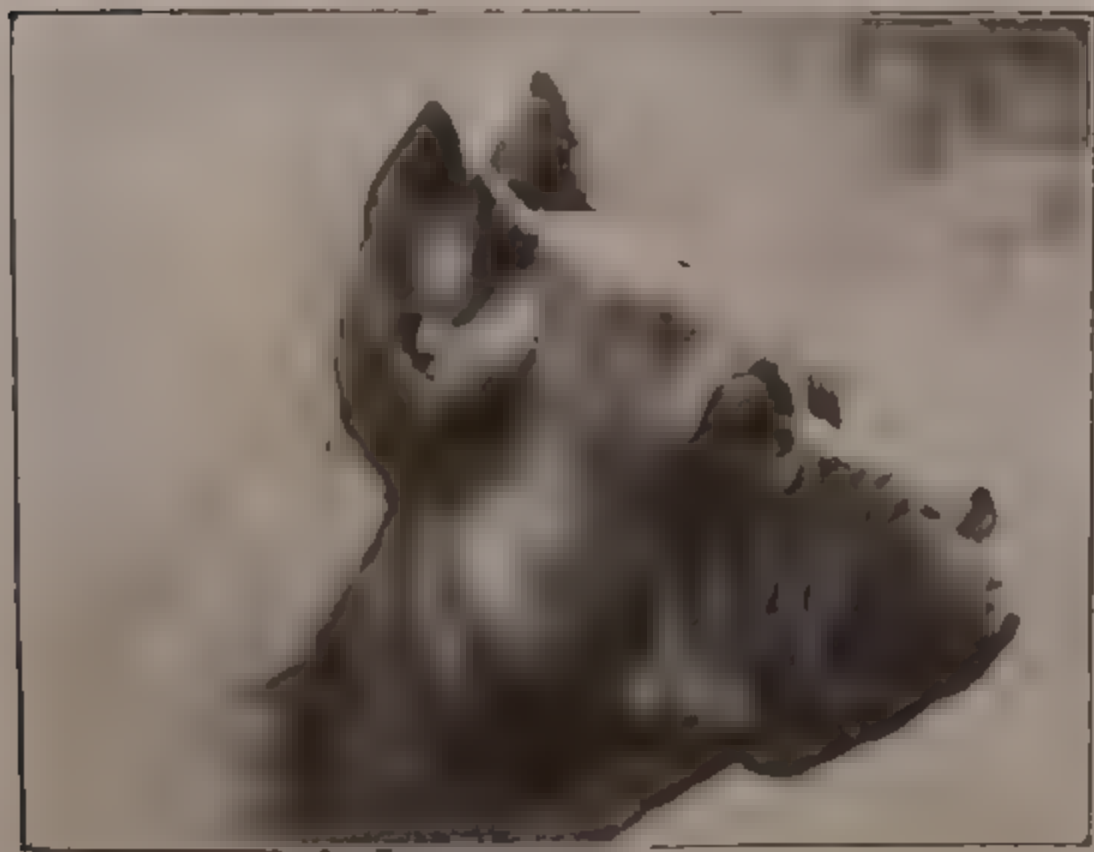
Fig. 42. – Il Cane Lupo.

La maggior parte degli animali sopra menzionati vengono utilizzati dall'uomo per le loro pellicce.

Il **Tasso** (fig. 56) è un grosso animale che appoggia le sue corte zampe in terra con la larga pianta del piede (*plantigrado*) e le cui dita sono terminate da solide unghie. La sua pelliccia è di colore grigio e con peli lunghi ed elastici (utilizzati per fare pennelli). Sulla testa ha una fascia mediana e due laterali bianche. È un animale pigro e diffidente. Di giorno sta quasi sempre sdraiato nella sua tana scavata nel terreno e di notte esce in cerca di piccoli animali, di radici, di frutta, di pannocchie, riuscendo per questo dannoso alle piantagioni specie di frumentone. D'inverno non cade in letargo vero e proprio, ma si assopisce nel letto di muschio della sua tana. Come il riccio, la puzzola e il maiale, è immune, secondo alcuni, dal veleno della vipera.

Fig. 43. – Il Cane mastino.

Orsi. – **L'Orso bruno** (*Ursus arctos*) abita gran parte dell'Europa, dalla Russia fino ai Pirenei, nelle foreste e nelle montagne. In Italia un tempo fu abbondante; ora lo si trova qualche volta fra le nevi e i ghiacci delle Alpi. Nel parco Nazionale di Abruzzo si trova pure l'Orso bruno, ma ne è interdetta la caccia, a scopo protettivo della specie.

L'Orso bruno è un grosso e tozzo animale, circa 2 metri di lunghezza, non proprio esclusivamente carnivoro giacchè si ciba anche di radici, frutta, e miele di cui è ghiotto. La sua dentatura è perciò in accordo col regime *onnivoro* e i molari sono quindi solo in parte taglienti. È *plantigrado.* Va in caccia di notte e afferra la vittima stringendola nelle sue ampie e robuste membra anteriori fino a soffocarla. Dimora nelle grotte e si nasconde fra i grossi tronchi cavi degli alberi.

L'Orso bianco o polare (fig. 57) è più grande, 3 metri di lunghezza, ha pelame bianco e grasso abbondante sotto la pelle. È adattato perciò a vivere fra i ghiacci e le nevi del Polo ed è buon nuotatore. Si ciba di pesci e di foche.

Bellissimi esemplari di Orsi bianchi uccisi nella spedizione polare del Duca degli Abruzzi si conservano nel Museo Zoologico di Torino a Palazzo Carignano.

PINNIPEDI. – Gli arti sono brevi, inclusi per la maggior parte nella massa del tronco e con le dita palmate, per cui essi funzionano come remi o come le pinne dei pesci (onde il nome di *Pinnipedi*). Le zampe posteriori rimangono tese ai lati della coda. La loro dentatura ricorda quella dei carnivori con canini robusti, molari appuntiti

Fig. 44. – Bulldoggs francesi.

Fig. 45. – Il Lupo (*Canis lupus*).

La **Foca comune** (fig. 58). Nell'acqua la Foca trova il suo nutrimento; in terra si trattiene spesso per riposare, ma si muove con difficoltà. Possiede narici chiudibili e foro auricolare pure chiudibile. Respira per polmoni.

La Foca ha capo grosso e tondeggiante con occhi grandi e sporgenti. Il labbro superiore è munito di grossi peli o baffi. Il corpo è allungato, fusiforme, e termina con una breve coda. Si ciba di pesci e altri animali acquatici. Vive nella parte settentrionale dell'Atlantico e del Pacifico. Lungo le coste del Pacifico sud vivono le *Otarie* (fig. 58) che si distinguono dalla Foca comune (*Phoca communis*) per avere padiglione delle orecchie e testa e collo più lunghi.

Diverse specie di Foche vivono nelle regioni fredde del Polo (Groenlandia, Terranova, Oceano Glaciale Artico). La Fo[illegible] specie che si trova nel Mediterraneo. Per il grasso abbondante che hanno sotto la pelle, le Foche polari si difendono egregiamente dal freddo.

Fig. 46. – Il Licaone (*Lycaon pictus*).
Specie di cane selvatico frequente in Africa specie in Somalia.

L'uomo fa a questi animali una caccia accanita, sia per le carni, sia per il grasso e la pelle. Si calcola a un milione il numero delle foche uccise annualmente.

Il **Tricheco** (fig. 59) è un grosso pinnipede che vive fra i ghiacci. Il maschio adulto ha grandi canini allungati che scendono verticalmente dalla mascella superiore fuori della bocca. Questi denti vengono utilizzati dall'uomo per l'avorio di cui sono fatti.

Fig. 47. – La Volpe (*Canis vulpes*). ($^1/_{13}$ della grand. naturale).

Rosicanti. – I *Rosicanti* o *Roditori* sono animali caratteristici per la loro dentatura adatta a rodere corpi duri, come gusci di noci, di semi e involucri di vegetali (fig. 60).

Gli incisivi della mascella superiore e della mandibola, in numero di due per ciascuna, sono lunghi, ricurvi in avanti, e foggiati a scalpello; hanno radice molto lunga e aperta all'estremità e perciò sono a crescita continua; questo compensa il logorio a cui vanno soggetti per effetto del loro uso. Inoltre questi denti si mantengono taglienti perchè hanno lo smalto soltanto nella loro parte anteriore, a differenza dei denti dell'uomo e degli altri animali nei quali lo smalto riveste il dente salvo che in corrispondenza della

radice. Mancano i canini, cosicchè fra gli incisivi e i molari vi è uno spazio vuoto detto *diastema*. A questo ordine appartengono molte specie

Lo **Scoiattolo** (fig. 61) vive nei boschi, sui rami degli alberi, saltando agilmente qua e là e arrampicandosi sui tronchi con sveltezza, aiutato in ciò dalla lunga coda, folta di peli, che fa da timone, e dalle unghiette sottili e taglienti con cui può far presa.

Fig. 48. – Lo Sciacallo di Eritrea (*Canis mesomelas*) ($^1/_{10}$ della gr. nat.).

Il **Ghiro** di giorno sta nascosto entro le buche degli alberi e dei vecchi muri, e di notte esce per nutrirsi. È animale letargico, ma il suo sonno è interrotto ogni tanto da veglie durante le quali consuma le provviste che aveva accumulato nel suo nido prima dell'arrivo della cattiva stagione. I Romani stimavano molto la carne dei Ghiri che allevavano nei *ghirari*, specie di ampi cortili circondati da muri alti e lisci.

L'Arvicola (*Arvicola arvalis*) o Topo campagnolo, scava gallerie nel terreno; è molto vorace e prolifico, cosicchè reca danni ingenti alle campagne.

La **Lepre** (fig. 62) e il **Coniglio** (fig. 63) sono altri Rosicanti detti *duplicidentati* perchè dietro gli incisivi superiori posseggono altri due *denti più piccoli o di ricambio*, sostituibili ai primi in caso di rottura di questi. Sono animali timidi e adatti alla corsa e al salto, possedendo le zampe posteriori assai più lunghe di quelle anteriori.

Fig. 49. – Iena indiana (*Hyaena hyaena virgata*) Varietà di Iena striata che vive nel Nepal. ($^1/_{12}$ della gr. nat.)

Numerose specie di **Topi** (fig. 64) dalla coda squamosa e senza peli e dalle orecchie grandi e nude sono comuni nelle nostre case, nei luoghi abitati, nelle campagne: il *Topolino delle case*; il *Topo delle chiaviche*, venuto in Europa dall'Asia centrale, e che ha scacciato dovunque il *Ratto bruno*, che era la specie comune nei solai e nelle cantine

...pina dell'invasione. Caratteristico il *Topo delle Piramidi* che vive in Egitto, e ha le zampe posteriori lunghissime, atte al salto (fig. 65).

Altri Rosicanti sono le **Marmotte** (fig. 66) abitatrici delle A... use a trascorrere i lunghi mesi d'inverno in letargo; la Cavia **Porcellino d'India** (*Cavia cobaya*), animaletto tozzo e senza co... comune ovunque; l'**Istrice** (fig. 67) munito di lunghi e robusti aculei introdotto in Italia dai Romani e frequente nel Lazio e nel Napoletano; il **Castoro** (fig. 68) animale a coda piatta, zampe palmate, pelliccia fitta e soffice. Interessantissimi sono i costr... dei Castori. Infatti i Castori costruiscono delle grandi e co... *capanne* con ramaglie, radici e grossi rami che cementa... con fango. Queste capanne sporgono un metro cir... dalla superficie dell'acqua da cui sono circondate e hanno un diametro di tre metri.

Il loro ingresso si trova sott'acqua e im... mette nell'interno della costruzione, la quale ha un pavimento fatto di terra e di r... fini situato al livello liquido, e un soffitto con una apertura che permette all'aria di penetrare e di circolare. Quando la capanna è coperta di neve si vede uscire da questa apertura il fiato dei castori che la abitano, condensandosi il vapor d'acqua della respirazione a contatto con l'aria fredda esterna.

Fig. 50. – Viverra (*Viverra Zibetha*).

Ma ciò che è meraviglioso si è che i Castori, al fine di mantenere la loro costruzione circondata dall'acqua, (poichè essi la fabbricano sulle sponde di un fiumicello), sbarrano con una *diga* la corrente in modo da costringere il fiume ad allagare il terreno circostante alla loro dimora (fig. 69). La diga vie... costruita con tronchi di alberi (Pioppi del Canadà) che essi rodono alla base e che trasportano, una volta caduti a terra, fino all'acqua, spingendoli poi, nuotando, al luogo dove sarà formato lo sbarramento. Nel nuoto il Castoro fa uso della sua coda piatta come timone. La coda serve anche all'animale per dare l'allarme in caso di pericolo, giacchè in questo caso, con essa batte forti colpi nell'acqua.

Il *Castoro europeo*, che vive nell'Europa del Nord e Centrale, differisce da quello del Canadà, perchè abita in tane che si scava in riva all'acqua; ma va facendosi sempre più raro. Anche il *Castoro americano* è andato sempre più diminuendo di numero soprattutto per la caccia intensa fattagli dall'uomo che utilizza dell'animale la preziosa pelliccia e una sostanza grassa odorosa e balsamica (il *castoreo*) prodotta da certe ghiandole ...ed è usata in profumeria e in medicina.

UNGULATI. – Si comprendono in quest'ordine tutti quegli animali che hanno le dita del piede circondate nella loro parte anteriore, o in tutto o in gran parte da un involucro corneo che viene chiamato *zoccolo*.

L'ordine si suddivide nel sottordine dei *Proboscidati*, degli *Artiodattili* (dita in numero pari); e dei *Perissodattili* (dita in numero dispari).

Fig. 52.

Proboscidati. – **Elefante africano** (*Elephas africanus*) (figura 70). È questo il più grande animale terrestre vivente, alto quattro metri circa, dal corpo pesante e massiccio sostenuto da zampe grosse come colonne. I piedi poggiano sul terreno con una larga suola piatta, e le dita, munite di zoccolo, sono in numero di quattro anteriormente e tre posteriormente. La testa è grande e il naso si prolunga in una proboscide lunga, munita, all'estremità, di due appendici digitiformi, delle quali l'animale si giova per prendere le erbe o altre sostanze alimentari che porta alla bocca inarcando la proboscide. Di questa l'elefante si serve anche come arma di offesa e di difesa, giacchè si tratta di un'arma di una robustezza eccezionale. Avviene talvolta infatti che l'elefante, preso dall'ira (si dice che non sopporti offese di nessun genere), afferri un uomo con la sua proboscide, lo sollevi alto dal suolo, e poi lo sbatta con violenza contro terra più volte. La bocca possiede due denti incisivi lunghi e appuntiti nella mascella superiore (le così dette *zanne*), e molari con superficie larga ed appiattita a *pieghe trasversali* atti a triturare le erbe (uno per parte ordinariamente). Mancano i canini: la dentatura è quindi *incompleta*. Ai lati della testa stanno i padiglioni delle orecchie fatti a ventaglio. La pelle è dura, coriacea. Possiede una coda che penzola verticalmente. L'elefante vive nelle regioni dell'Africa a sud del Sahara fra le foreste e nei luoghi pantanosi. Ma la caccia continua compiuta dall'uomo ha fatto sì che in alcuni luoghi gli elefanti siano ormai quasi estinti.

Fig. 51. – La Martora (*Mustela martes*).

È animale intelligente e mite; diventa terribile però se molestato. Si addomestica facilmente e rende utili servizi all'uomo.

Fig. 52. – La Faina (*Mustela faina*). ($^1/_3$ della gr. nat.).

L' **Elefante indiano** (*El. maximus*) ha i padiglioni delle orecchie relativamente piccoli e la proboscide con

una [illegible] Nei piedi posteriori ha quattro dita munite di zoccolo, mentre quello africano ne ha tre sole. Vive in India e in Indocina. Si è esagerato sulla loro [illegible], infatti esso arriva al massimo a 90 anni.

Artiodattili ruminanti. — Il Bue (*Bos taurus*) (fig. 71) ha corpo grosso e robusto con estremità piuttosto corte terminate da quattro dita delle quali due, più grandi poggianti sul suolo, munite di zoccolo, e due più corte laterali e rudimentali.

La pelle sotto al collo forte e muscoloso forma una piega assai sviluppata (*giogaia*). Il capo porta nell'osso frontale due rilievi laterali sui quali si inseriscono le corna cave che li ricoprono a guisa di astuccio. La dentatura è *incompleta*. Mancano gli incisivi della mascella superiore, e in sostituzione di essi vi è una callosità utile all'animale per trattenere le erbe che strappa valendosi degli incisivi (in numero di otto) della mascella inferiore. I molari hanno la superficie della corona piatta con pieghe dello smalto internamente (fig. 72).

Fig. 53. — Ermellino (*Putorius ermineus*). A sinistra in costume estivo; a destra in costume invernale. (È lungo circa 30 cm. compresa la coda).

Fig. 54. — La Puzzola (*Putorius foetidus*). (1/8 della gr. nat.).

La ruminazione. — Lo stomaco del Bue differisce da quello degli altri mammiferi perchè è formato da quattro cavità anzichè da una sola; queste sono: il *rumine o pancione*, la *cuffia o reticolo*, *l'omaso* e *l'abomaso* (fig. 73). Il rumine è la porzione più dilatata e serve da magazzino di riserva giacchè il Bue quando è al pascolo non mastica le erbe ma le inghiotte quasi intere introducendole per l'esofago nel rumine. Quando è nella stalla invece, o in riposo, mastica con movi-

mento alterno delle mascelle. Infatti l'erba ingerita passa dal rumine nel reticolo, e di qui, mediante contrazioni muscolari, risale di nuovo per l'esofago e torna nella bocca. Masticata e insalivata, l'erba ridiscende quindi nuovamente attraverso l'esofago, ma questa volta, invece di andare nel rumine, va nell'omaso o *centopelli* e quindi nell'abomaso che rappresenta il vero stomaco ghiandolare secernente i succhi gastrici. È possibile questa discesa del cibo masticato nell'omaso perchè l'esofago si continua direttamente con esso mediante una doccia a margini combacianti; ma se il cibo è voluminoso i margini si allargano ed esso cade nel rumine.

Questo modo speciale con cui si compie la digestione dicesi *ruminazione* ed è proprio non solo del Bue, ma di tutti gli animali *ruminanti*.

Si conoscono diverse *razze* di buoi (figura 74) (razze da *macello*, da *lavoro*, da *tiro*) allevate dall'uomo allo stato domestico.

Sulle Alpi italiane e svizzere si trovano magnifiche razze da latte. Razze da lavoro assai pregiate sono quelle romagnole e ottime razze da macello sono quelle ottenute dagli Inglesi.

Fig. 55. – La Lontra (*Lutra vulgaris*). ($^1/_{10}$ della grandezza naturale).

Altri ruminanti. Altri ruminanti sono la **Pecora** (fig. 75) allevata in domesticità soprattutto per la lana e di cui si conoscono pure varie razze fra le quali quella più pregiata: la *Merinos* (fig. 76).

La **Capra** domestica ha le corna rivolte indietro e un ciuffo di peli sotto il mento. Si alleva per il latte, la carne, la pelle.

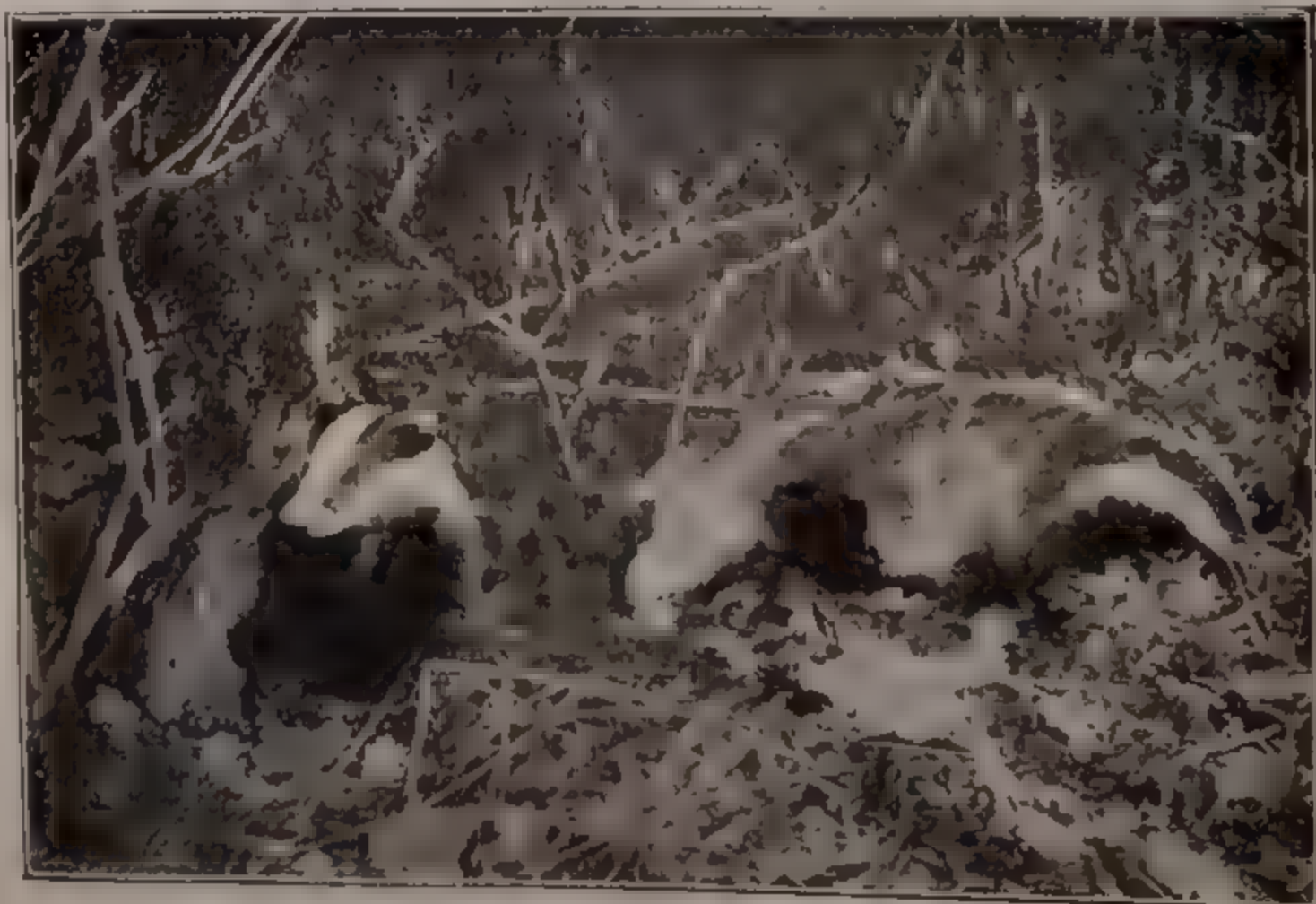



Fig. 56. – Il Tasso (*Meles taxus*). (c. 1 m. di lung. comp. la coda, 10-15 cm.).

Fig. 57. L'Orso bianco polare (*Ursus maritimus*).

Fig. 58. – Otarie (*Eumetopias californianus*). (Circa 2 m. di lung.).

L'**Urial** (fig. 77) o *Montone selvatico*, delle montagne del Tibet, è da taluni ritenuto un progenitore della nostra pecora domestica.

Il **Muflone** o *Montone domestico* della Corsica e della Sardegna (fig. 78) ha pelo di color castagno, ma nell'inverno i maschi hanno una macchia bianca sul dorso.

Il **Bisonte** ha la parte anteriore del corpo circondata da una criniera (fig. 79). Abita le grandi praterie dell'America del Nord in grandissimo numero allo stato selvatico, ma è ora ridotto a pochi esemplari.

Lo **Zebù** è il Bue dell'India e dell'Africa orientale. **Lo Zebù** porta una gobba adiposa nella parte anteriore del dorso. L'**Yak** (fig. 80) è adoperato nel Tibet come bestia da soma.

Fra le **Antilopi** (figg. 81, 82, 83) è notevole il **Gnu** dell'Africa, dalle forme strane (fig. 84).

Il **Bufalo domestico** (*Bubalus buffalus*) ha le corna che si attaccano al cranio, rugose e rivolte indietro. Nelle Paludi Pontine e in altre località del Mezzogiorno si alleva per il latte con cui si fanno le *mozzarelle*, per la pelle, e anche come animale da lavoro, sebbene poco docile.

Lo **Stambecco** ha lunghe corna scannellate rivolte all'indietro (figura 85). Vive nelle Alpi Piemontesi (Val d'Aosta), nel Parco Nazionale del Gran Paradiso, protetto da leggi speciali che ne impediscono la caccia e la cattura onde evitare la estinzione della specie.

Sulle Alpi vive pure il Camoscio, che ha corna esili, liscie, e bruscamente incurvate all'indietro a guisa di uncino (fig. 86).

Fig. 59. – Il Tricheco (*Odobaenus rosmarus*). Un maschio adulto con le lunghe difese d'avorio. (Lungo da 5 a 6 m.).

Il **Cervo** (fig. 87) maschio ha corna ramificate, meno che nell'inverno, stagione nella quale queste corna cadono. Vive in Sardegna allo stato libero.

Il **Daino** vive pure selvatico in Sardegna. Ha corna *palmate*, pelame bruno in inverno macchiato di bianco in estate.

Capriolo. – Ha forme snelle, corna ramificate. Abita la Maremma toscana e laziale.

Renna (fig. 87 bis). – È specie propria delle regioni nordiche, con corna molto ramificate, piedi adatti a camminar nella neve. Si ciba di licheni ed è animale addomesticato.

Giraffa (fig. 88). – Alta fino a 4 o 5 metri; ha pelame gialliccio con macchie brune armonizzate coi colori delle praterie e degli alberi di Mimose dell'Africa, regione in cui vive.

Dromedario (fig. 89). – È specie africana. Porta una sola gobba sul dorso ed è usato come animale da sella, mentre un'altra razza (*Cammello africano*) è usata per i trasporti carovanieri.

Fig. 60. – Cranio e dentatura di rosicante.

Il *Cammello asiatico* ha due gobbe sul dorso ed è specialmente abbondante nelle regioni fra il Turchestan e la Persia (figura 90).

Cammelli e Dromedari rendono ottimi servizi all'uomo perchè particolarmente adatti a vivere nei deserti e a sopportare le fatiche dei lunghi viaggi. Infatti hanno piedi che sembrano fatti apposta per camminare sulla sabbia. Le grandi palpebre e le narici strette e lunghe difendono gli occhi e il naso dalla sabbia impalpabile e turbinosa sollevata dal vento del deserto. Resistono moltissimo alla sete e alla fame, sia perchè possono conservare nello stomaco una certa quantità d'acqua, sia perchè si contentano di poche erbe spinose come cibo. Inoltre il grasso che hanno nella gobba serve loro come materiale nutritizio di riserva in caso di prolungato digiuno.

Lama o Cammello d'America è per gli abitanti delle Ande quello che il Cammello è per i beduini dell'Arabia (fig. 91).

Bue, Pecora, Capra, Bufalo, Muflone, Zebù, Stambecco, Camoscio, Gazzella e Antilopi, sono ruminanti, *cavicorni*. Capriolo, Cervo, Renna sono ruminanti a corna *piene*.

Artiodattili non ruminanti. – **Cinghiale** (fig. 92). È un animale che vive allo stato selvatico tra i boschi e le macchie, preferendo i luoghi pantanosi e dove sono più folti i rovi e gli sterpi.

Fig. 61. – Lo Scoiattolo (*Sciurus vulgaris*). (È lungo circa 25 cm.).

Somiglia ad un maiale, sia per la conformazione generale del corpo, sia per il genere di alimentazione, sia per abitudini di vita. Il muso o grugno mobile e atto a *grufolare* nel terreno. La bocca ampia ha dentatura fortissima, con i canini sviluppati in grosse *zanne* che sporgono fuori, incisivi taglienti, molari atti a frantumare corpi duri. Si ciba di ghiande, erbe, radici, ma anche di topi, rettili, uccelli che caccia di notte. È *onnivoro* e assai vorace. Un fitto pelo ispido ricopre la sua pelle. Il corpo è alquanto compresso col dorso a spigolo e la testa molto sviluppata. Coda breve e arricciata. Le zampe terminano con quattro dita munite di zoccoli simili a quelle del t... Colore grigio-bruno con macchie nere e giallastre, e intonato quindi con quello dell'ambiente. I piccoli nascono con pelame di colore chiaro a strie longitudinali brune.

La caccia al Cinghiale, che si pratica in Sardegna e in alcuni luoghi della Maremma toscana, è delle più emozionanti giacchè, se l'animale è ferito, diventa pericoloso anche per l'uomo. Se inseguito da una muta di cani, e ridotto agli estremi si appoggia a un tronco di albero e tiene testa agli inseguitori mandandone parecchi a terra sventrati.

Dal Cinghiale derivano molte razze di **Maiali** oggi allevate dall'uomo (fig. 93

Altri **Suini** selvatici sono il **Babirussa** della Malesia, coi lunghi canini rivolti in ... i **Facoceri** africani (fig. 94), dalla faccia mostruosa, e i piccoli **Pecari** americani.

In Africa vivono pure gli **Ippopotami**, grosse bestie, pesanti e massiccie, grottesche deformi, dalla enorme bocca armata di denti poderosi (fig. 95). Vivono lungo i fiumi ed laghi, preferendo rimanere nell'acqua nella quale si tuffano completamente lasciando fuori soltanto gli occhi e le narici; vengono a terra soltanto per cibarsi di vegetali recando tal volta gravi danni alle piantagioni degli indigeni. Una delle cose più strane dell'ippopotamo

è il colore rosso sangue del suo sudore.

Perissodattili. — Il **Cavallo** (*Equus caballus*) (fig. 96). È un animale adatto soprattutto alla *corsa*, come si rileva dalla sua conformazione esterna e dalla sua struttura anatomica. Forma snella, muscoli forti messi in evidenza dalla pelle sottile; testa allungata, collo sviluppato e compresso lateralmente portante una folta criniera spiovente; zampe lunghe e sottili. Queste terminano con un solo grosso dito di cui l'ultima falange è munita di *zoccolo* e di un cuscinetto fibroso elastico che attutisce gli urti quando l'animale è in movimento (fig. 97). La parte della zampa che sovrasta le falangi è formata da un osso unico (*stinco* o *cannone*) corrispondente al *metacarpo* anteriormente, e al *metatarso* posteriormente. L'articolazione del carpo con l'ulna forma il *ginocchio* per gli arti anteriori, e quella del tarso con la tibia, il *garetto* per gli arti posteriori Il femore, osso corrispondente alla coscia, sta quindi dentro al corpo. Padiglione delle orecchie mobilissimo a cartoccio. Occhi grandi ed espressivi. Narici larghe mobili e umide.

Fig. 62. — La Lepre (*Lepus timidus*).

Il Cavallo è un erbivoro, come si rileva dalla sua dentatura. Infatti essa è formata da incisivi larghi e sporgenti, canini (detti *scaglioni*) piccoli nei maschi, e per lo più mancanti nelle femmine; molari separati dai canini da un intervallo vuoto (*barra*) utile per il morso; molari con corona larga e con pieghe di smalto internamente.

Il colore del pelame, detto *mantello*, è vario. (*Baio* se tendente al rosso castagno, con criniera, coda ed estremità nere; *sauro* più scuro e più chiaro del baio.

ma con le parti sopra dette dello stesso colore, *morello, storno, roano,* ecc.). Numerose sono le *razze* diffuse per tutto il mondo: snelle quella *da corsa* (araba, inglese), pesanti quelle *da tiro* (normanna e belga).

Si trova rinselvatichito nella Russia e nell'America meridionale.

Nell'Agro Romano e nella Maremma Toscana si allevano cavalli all'aperto, da tiro leggero e da sella.

Fig. 63. – Il Coniglio gigante di Fiandra. (*Oryctolagus cuniculus*).

Fig. 64. – Ratto delle chiaviche (*Rattus norvegicus*). (della grand. nat. senza la coda, lunga 16 cm.

Altri Perissodattili. – L'**Asino** (*E. Asinus*), il **Mulo** (incrocio del Cavallo con l'Asina), la **Zebra** (fig. 98) dal mantello striato, dell'Africa del Sud; il **Tapiro** d'America, che somiglia un po' al maiale, ma se ne distingue per il muso prolungato in una corta proboscide. Il **Rinoceronte** indiano ha pelle coriacea divisa in segmenti e un corno sul muso. Vive nell'Assam e nel Nepal. Quello africano è bicorne (fig. 99).

Fig. 65. – Dipo o Topo delle Piramidi (*Dipus aegyptius*). (Lunghezza 17 cm.; coda da 25 cm.).

CETACEI. – Gli animali appartenenti a questo ordine possono facilmente essere scambiati per Pesci data la loro esterna conformazione e il loro adattamento all'ambiente acquatico. Ma a persuaderci che essi non sono pesci, bensì mammiferi, bastano alcune considerazioni. Esaminiamo, ad es., il corpo di un delfino.

Delfino. – Il *Delfino* (fig. 100) ha il corpo allungato, assottigliato all'estremo

posteriore, dove termina con una coda larga orizzontale (e non verticale come è quella dei Pesci). Possiede una pinna dorsale e due pinne *laterali* poste anteriormente e ventralmente: ma queste pinne non hanno nulla a che vedere con quelle dei pesci, poichè sono formate: quella dorsale e codale dalla pelle soltanto e quelle anteriori dalla pelle che ricopre le falangi delle dita. Gli arti anteriori sono formati da ossa corte e nascoste entro il corpo e corrispondenti a quelle del braccio e dell'avambraccio degli altri mammiferi. Mancano gli arti posteriori.

Fig. 66. – Marmotte (*Arctomys marmóta*). (Lunghezza 65 cm., coda da 16 cm.).

Il Delfino possiede inoltre i seguenti caratteri: ha sangue caldo e temperatura costante, respira l'aria atmosferica (organi di respirazione, quindi polmoni), possiede mammelle secernenti il latte col quale nutre i piccoli. Ha la pelle liscia e non squammosa come quella dei pesci.

Il Delfino vive nei nostri mari; si ciba di pesci che afferra coi denti conici, appuntiti, numerosissimi, che possiede nelle due mascelle.

Fig. 67. – L'Istrice (*Hystrix cristata*)

Si vede qualche volta seguire le navi in gruppi di parecchi individui e fare capriole alla superficie dell'acqua o sporgere fuori col vertice della testa per respirare mediante lo *sfiatatoio*, apertura che corrisponde alle narici degli altri animali.

Altri cetacei sono: la **Balena**, il gigante dei mari freddi artici e antartici (fig. 101). Ha la bocca ampia non munita di denti

Fig. 68. – Il Castoro (*Castor canadensis*). ($^1/_8$ della grand. naturale).

Fig. 69. – Diga costruita dal Castoro.

Fig. 70. – Elefante africano.

Fig. 71. – Il Bue.

ma di *fanoni*, ossia di lamine cornee strangiate inserite verticalmente su tutti e due i lati del palato, mediante le quali trattiene i piccoli animali di cui si ciba. Dai due *sfiatatoi* il vapore d'acqua, uscendo nell'espirazione a contatto con l'aria fredda si condensa e forma una nube che fa credere ad una fontanella d'acqua. Si dà ad essa una caccia attiva per il grasso, la carne, e le ossa.

Le **Balenottere** frequentano i nostri mari e si distinguono dalle Balene per le forme meno tozze e più snelle; sono munite di una pinna dorsale, come quella del Delfino, che manca invece nella Balena.

Il **Capodoglio** (fig. 102), gigantesco, ha denti solo nella mandibola. Esso fornisce l'*ambra grigia*. È comune sulle coste dell'Europa meridionale. È lungo circa 20 metri.

Maldentati o Sdentati. – In questo ordine i denti generalmente mancano, quando esistono sono privi di smalto e la dentatura è sempre assai incompleta. Le dita sono armate di unghie robuste. – **Formichiere** (fig. 103). Il nome di *Formichiere* deriva dal fatto che questo animale si ciba di formiche che prende con la lingua

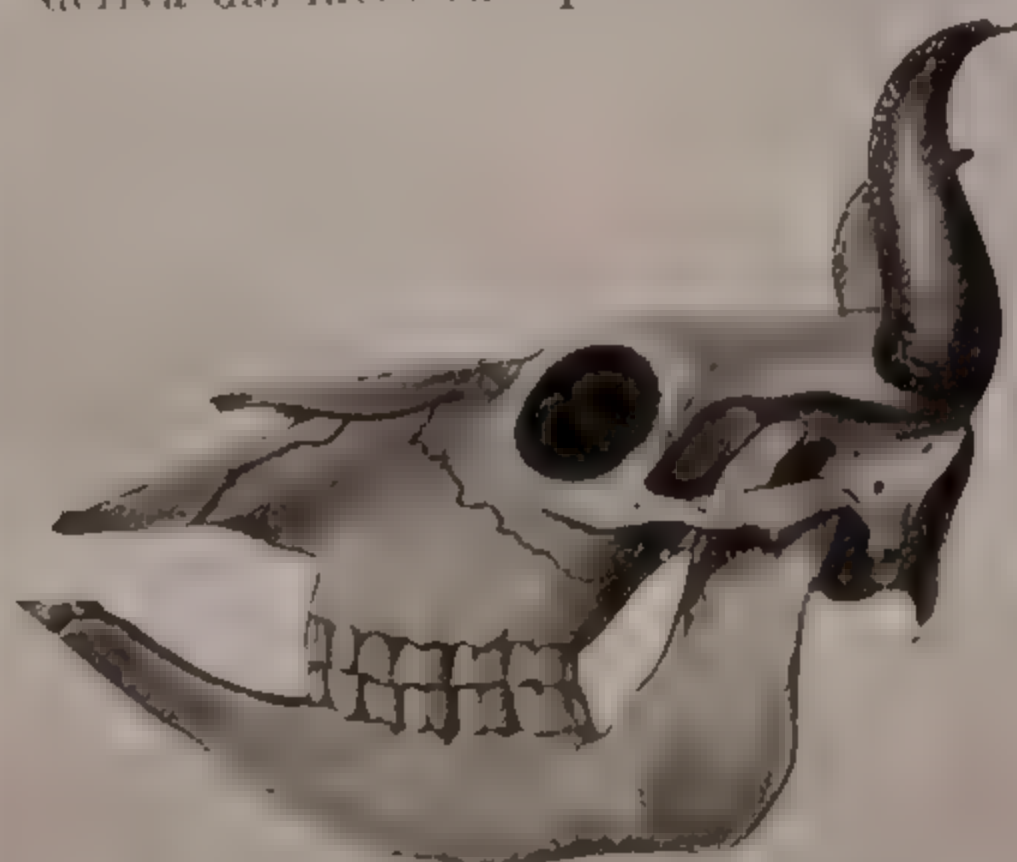



Fig. 72. – Cranio e dentatura di bue.

Fig. 73. – Stomaco di ruminante.
r) rumine; *c*) cuffia o reticolo; *o*) omaso; *ab*) abomaso.

lunga, sottile, viscida, introducendola nei formicai. L'animale non possiede denti nella mascella. Ha il corpo compresso, muso aguzzo, coda lunga e folta e pelame pure folto. Le gambe anteriori sono armate di due unghie grandissime, delle quali si serve per scavare nei formicai. Vive nell'America centrale e meridionale.

Fig. 74. – Torelli all'abbeverata in Malga Festoris (m. 1800).

L'**Unau** (fig. 104) ha dentatura incompleta e fatta solo di qualche molare.

Nelle stesse regioni si trova pure l'**Armadillo**, che ha una corazza di più segmenti fatti di placche dure riunite insieme alla maniera di un mosaico, ed è capace di avvolgersi a palla (fig. 105). Anch'esso ha dentatura incompleta mancando di incisivi e di canini.

Altro Sdentato munito di corazza, ma con squamme cornee embricate, è il **Pangolino** d'Africa e d'Asia (fig. 106). In Abissinia vive l'**Oritteropo**, che si nutre, come il Formichiere, di formiche e di termiti.

Fig. 75. – Pecore (*Ovis aries*).

Marsupiali. – Sono così detti per la presenza del *marsupio*, ossia una specie di tasca ventrale formata da una ripiegatura della pelle, sostenuta da particolari ossa, nella quale la femmina depone i piccoli appena nati e assai imperfetti, affinchè possano nutrirsi e compiere il loro svilup-

Fig. 76. – Pecora Merinos.

po: Canguro (figura 107). Le lunghissime zampe posteriori in confronto di quelle anteriori più piccole, e la coda pure lunga e fortissima che serve da puntello, rendono questo animale particolarmente adatto al *salto*. Esso può compiere infatti salti prodigiosi fino a 10 metri e più di lunghezza. La femmina possiede il *marsupio*. Il Canguro è animale erbivoro e ha dentatura incompleta. Vive in Australia, dove si trovano pure molte altre specie di Marsupiali variamente adattati ai più disparati generi di alimentazione, come si desume dalla dentatura ora da carnivoro, ora da rosicante.

Nell'America centrale vive l'**Opossum o Sariga**, ricercato per la sua pelliccia.

MONOTREMI. – **Ornitorinco** (fig. 108). L'*Ornitorinco* (lungo quasi 40 cm.) è un animale che ha un muso largo, appiattito, quasi un becco d'anitra rivestito di pelle liscia, con zampe corte e piedi palmati, coda depressa, pelliccia bruna, folta, untuosa. Questi e altri caratteri, come le

Fig. 77. – L'Urial (*Ovis vignei*).

Fig. 78. – Il Muflone
(*Ovis musimon*).

Fig. 79. – Il Bisonte
(*Bison bison*).
(Alto 2 metri, lungo m. 3,50 circa).

Fig. 83. – Il Cobo o Antilope d'acqua (*Cobus unctuosus*). Grande quanto un cervo

Fig. 84. – Il Gnu Azzurro (*Connochaetes taurinus*).

Fig. 85.
Giovane Stambecco (*Capra ibex*). Adulto è grande circa quanto un Camoscio

Fig. 86. – Il Camoscio (*Rupicapra tragus*). ($^1/_{20}$ circa della gr. nat.).

Fig. 87. Il Cervo (*Cervus elaphus*). Alto circa 1 metro e lungo 2.

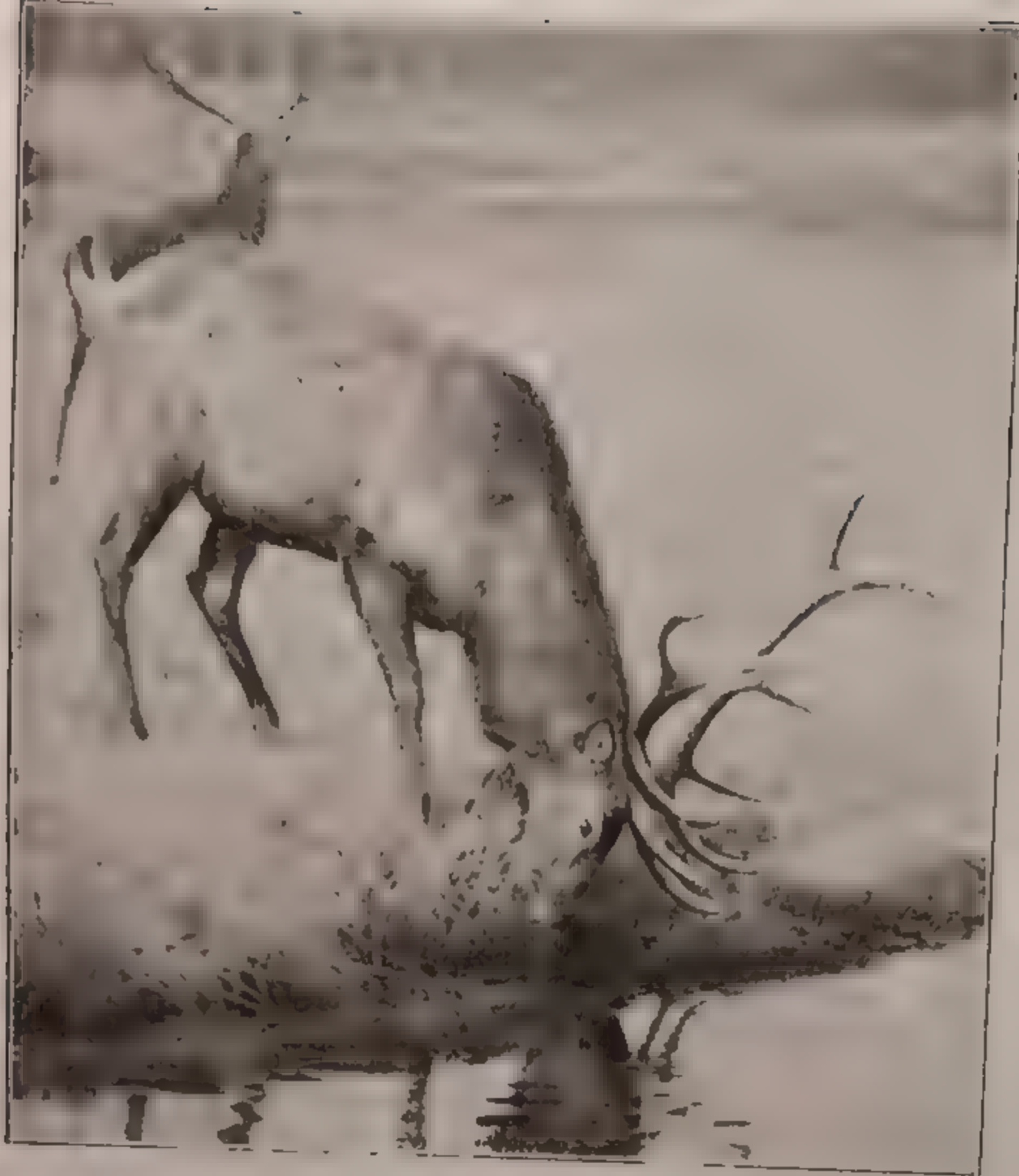



Fig. 87^bis – La Renna (*Rangifer tarandus*). ($^1/_{28}$ della gr. nat.).

Fig. 89. - Il Dromedario (*Camelus dromedarius*). ($^{1}/_{30}$ della gr. nat.).

Fig. 90. – Il Cammello (*Camelus bactrianus*).

Fig. 91. – Llama o Glama, Cammello d'America (*Auchénia lama*). ($^1/_{8}$ della gr. nat.)

Fig. 92. – Il Cinghiale (*Sus scrofa*). Lungo m. 1,20, alto 70 cm.

Fig. 93. – Scrofa (*Sus scrofa domestica*) che allatta i suoi piccoli.

Fig. 97. Scheletro del piede del Cavallo.
1, 2, 3) falangi; *M*) metacarpo; *H*) carpo; *U*) radio

Fig. 98. – La Zebra (*Equus grevyi*)

Fig. 99. – Il Rinoceronte nero dell'Africa (*Diceros bicornis*). Lungo circa 4 metri, alto m. 1,50.

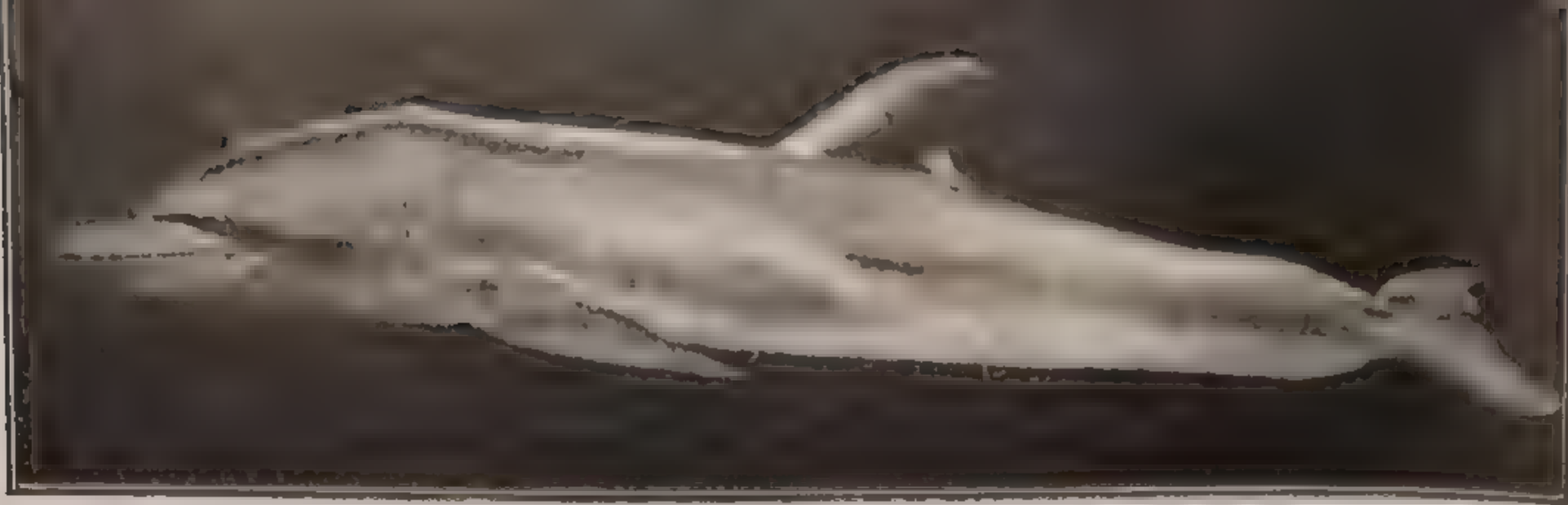



Fig. 100. – Il Delfino (*Delphinus delphis*). È lungo 2 metri e più.

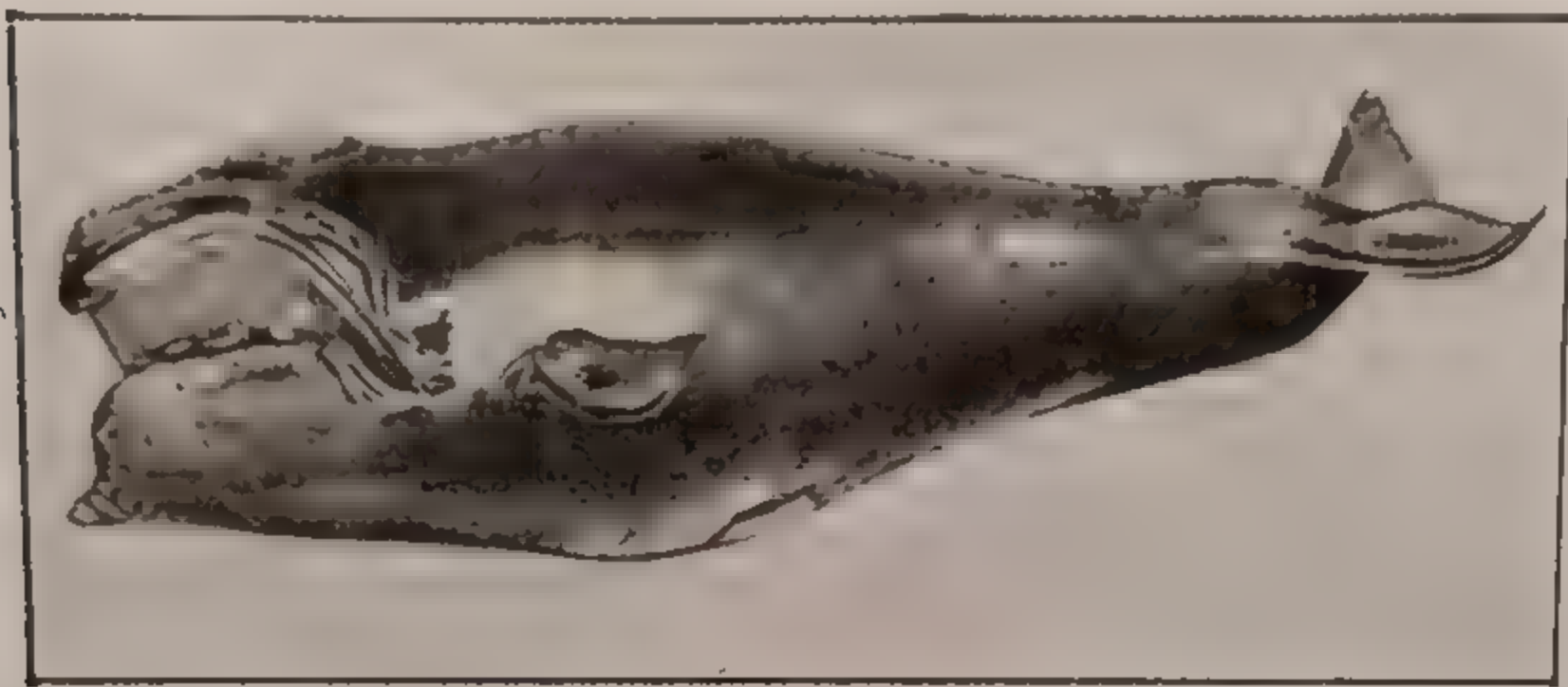



Fig. 101. – La Balena (*Balaena mistycetus*). È lunga da 20 a 24 metr

Fig. 102. – Branco di Capo l gli (*Globiocephalus melas*) rimasti a secco fra le rocce della spiaggia dopo una tempesta.

Fig. 103. – Formichiere dell'America tropicale (*M[illegible]phaga [illegible]*). [illegible] un Cane da caccia [illegible]

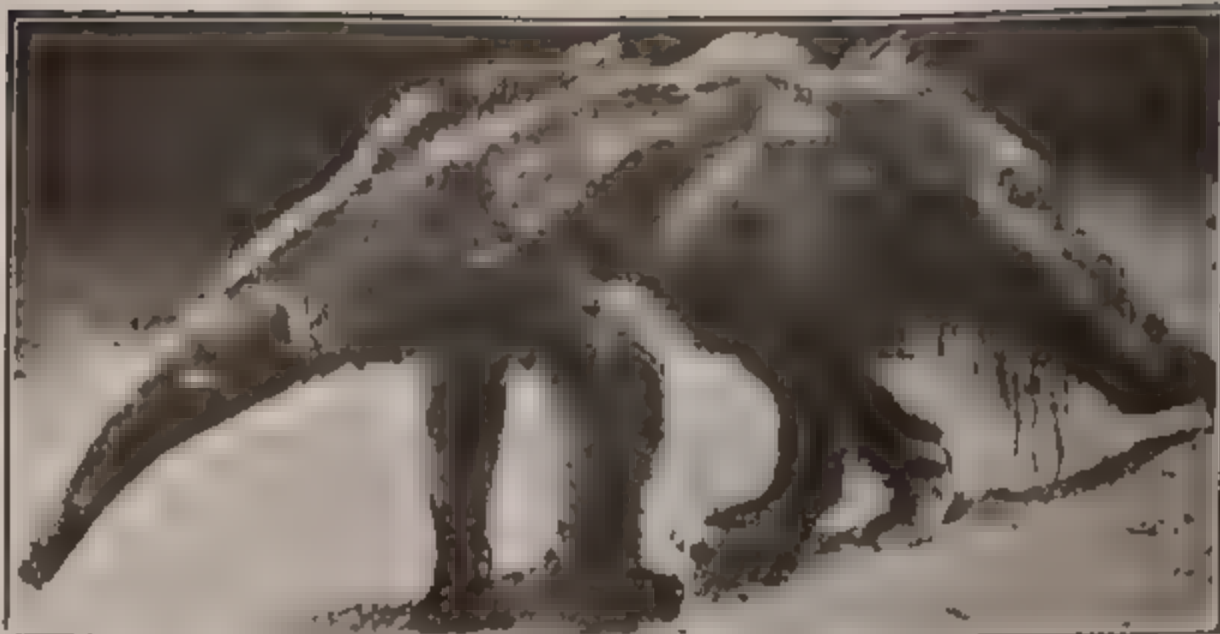



Fig. 104. – L'*Unau* (*Choloepus Hoffmani*), il Poltrone della Costarica. La lentezza con cui si muove gli ha valso questo nome. Difficilmente lo si scorge fra i rami degli alberi per il colore del pelame tra cui vegeta un'alga microscopica. È grosso quasi come il nostro Tasso.

Fig. 105. L'Armadillo (*Dasypus novemcinctus*). È grosso circa come il nostro Gatto.

Fig. 106. Il Pangolino (*Manis tricuspis*). ($^1/_{13}$ della grandezza naturale). È privo di denti; ha una lingua vermiforme come il Formichiere.

Fig. 107. – Il Canguro (*Màcropus gigantèus*). Alto m. 1,50 in posizione eretta.

orecchie senza padiglioni e le narici chiudibili, rendono l'animale adatto alla vita acquatica. Infatti l'Ornitorinco vive presso i greti dei fiumi e si ciba di vermi e di molluschi che trova frugando col muso nella melma. Ma ciò che è soprattutto importante da notarsi è il fatto che, a differenza degli altri mammiferi, l'Ornitorinco è *o v i p a r o*, cioè depone uova come fanno gli uccelli.

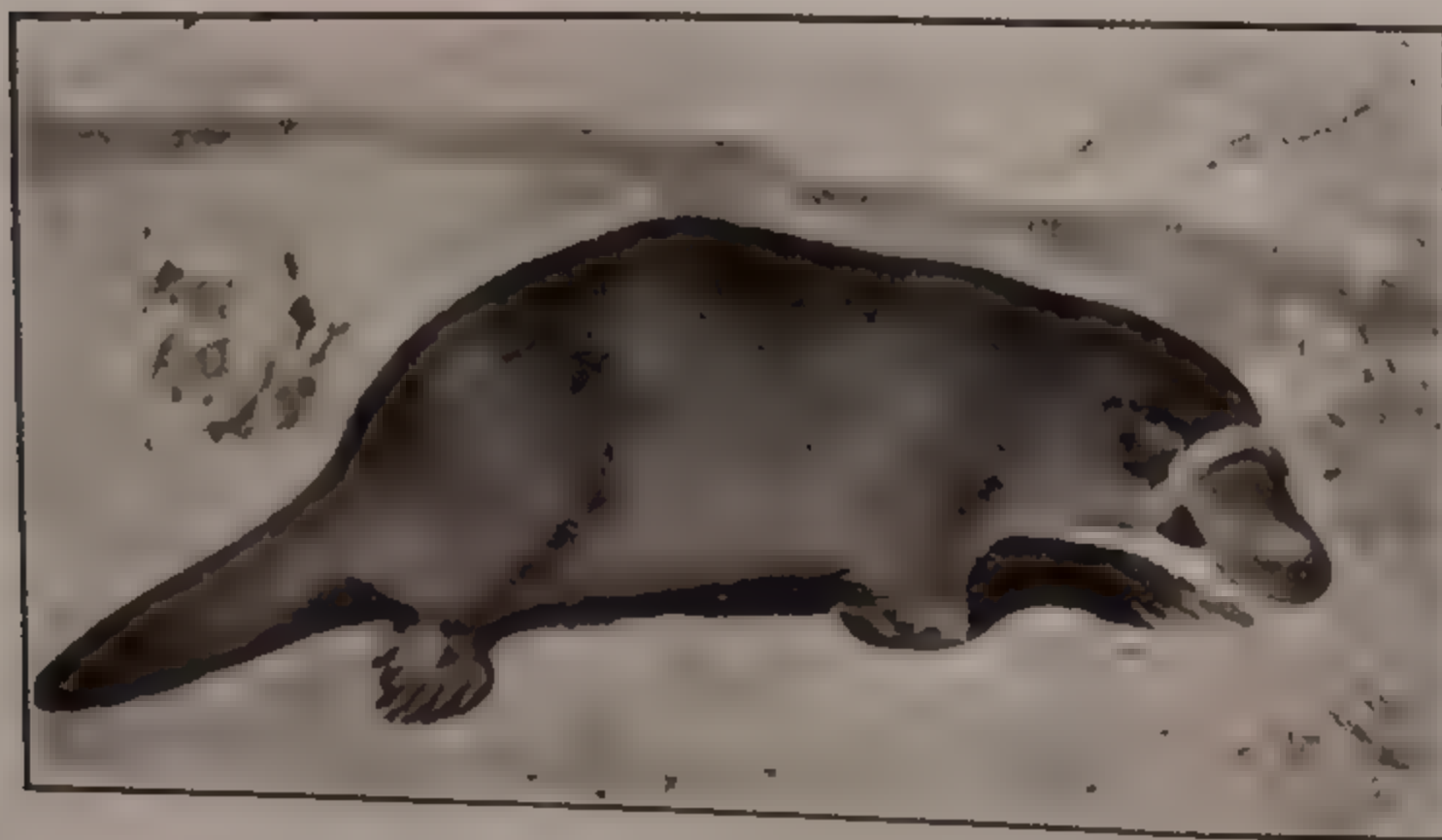



Fig. 108. – L'Ornitorinco (*Ornithorhynchus paradòxus*). (Lunghezza 45 cm. più 15 cm. di coda).

Dalle uova però nascono piccoli che vengono *allattati*, come tutti i mammiferi.

Fig. 109. – L'Echidna (*Echidna aculeata*).
Ha colore grigio; gli aculei sono giallastri con punte scure. (Lunghezza 40 cm).

Un altro animale appartenente a questo ordine è l'**Echidna** (fig. 109) (lungo circa 40 cm.) che ha il corpo armato di aculei e muso aguzzo. A differenza dell'Ornitorinco, non cova le uova, ma le pone a sviluppare in una tasca ventrale dove sboccano le ghiandole del latte. Tanto l'Echidna che l'Ornitorinco abitano il continente australiano.

Seconda Classe: UCCELLI

Caratteri generali. – Gli Uccelli sono animali adatti al volo. Infatti gli arti anteriori sono trasformati in *ali* e la pelle è ricoperta da *penne* e da *piume*; le grandi penne del margine posteriore dell'ala sono dette *remiganti*; quelle della coda *timoniere*, in vista del loro ufficio. In ogni penna si distinguono: il *calamo*, impiantato nella pelle, e il *vessillo*, formato da un asse (*rachide*) ai lati del quale si inseriscono le *barbe* a loro volta recanti ai lati le *barbule* munite di uncini che si agganciano gli uni agli altri. Le piume non hanno barbule ed evitano la dispersione del calore. Le ossa dello scheletro sono leggere e porose (ossa *pneumatiche*) perchè piene d'aria, essendo in comunicazione coi *sacchi aerei*, speciali sacchi membranosi nei quali terminano alcuni rami bronchiali e la cui funzione non è bene conosciuta.

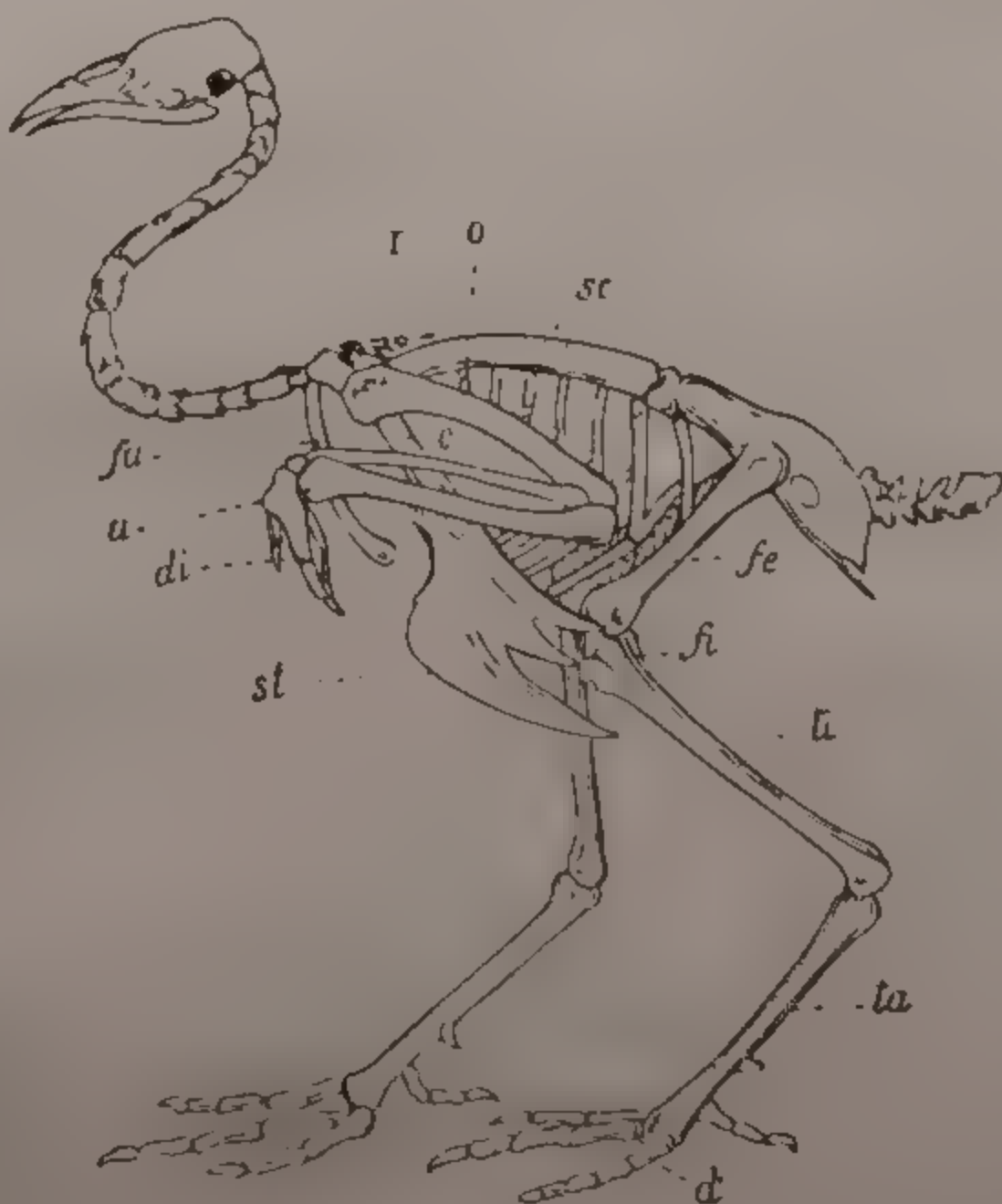



Fig. 110. – Scheletro di Uccello.

fu) clavicola; *c*) coracoide; *st*) sterno carenato; *sc*) scapola; *o*) omero; *r*) radio; *u*) ulna; *di*) dita rudimentali delle ali; *fe*) femore; *fi*) fibula; *ti*) tibia; *ta*) tarso-metatarso; *d*) dita del piede.

Caratteristico è lo *sterno carenato*, cioè formato da una lamina appiattita su cui sta impiantata perpendicolarmente un'altra lamina che dà attacco ai muscoli del petto molto sviluppati, perchè sono quelli che fanno muovere le ali, ossia gli organi propulsori e sostenitori del corpo durante il volo. Un rinforzo ancora maggiore nel petto è dato dal forte sviluppo delle *apofisi coracoidi* delle scapole che raggiungono lo sterno, e dalle clavicole riunite in un pezzo impari mediano: la così detta *forchetta* (fig. 110). Le scapole sono sottili e lamellari. Anche si nota che le coste sono unite fra loro mediante un processo uncinato in ciascuna costa, che rende più salda l'intera gabbia toracica. Negli arti posteriori il femore è corto e sta nascosto dentro il corpo; mentre è sviluppata la tibia (con la fibula rudimentale). È questo l'osso che noi chiamiamo volgarmente osso della *coscia*. Così pure il tarso e il metatarso, fusi insieme, formano la così detta *gamba*. Le dita sono in numero di quattro al massimo, tre per lo più rivolte in avanti e una indietro. Le dita degli arti anteriori hanno le falangi rudimentali. Le mascelle coperte da una guaina cornea mancano di denti e formano il *becco*.

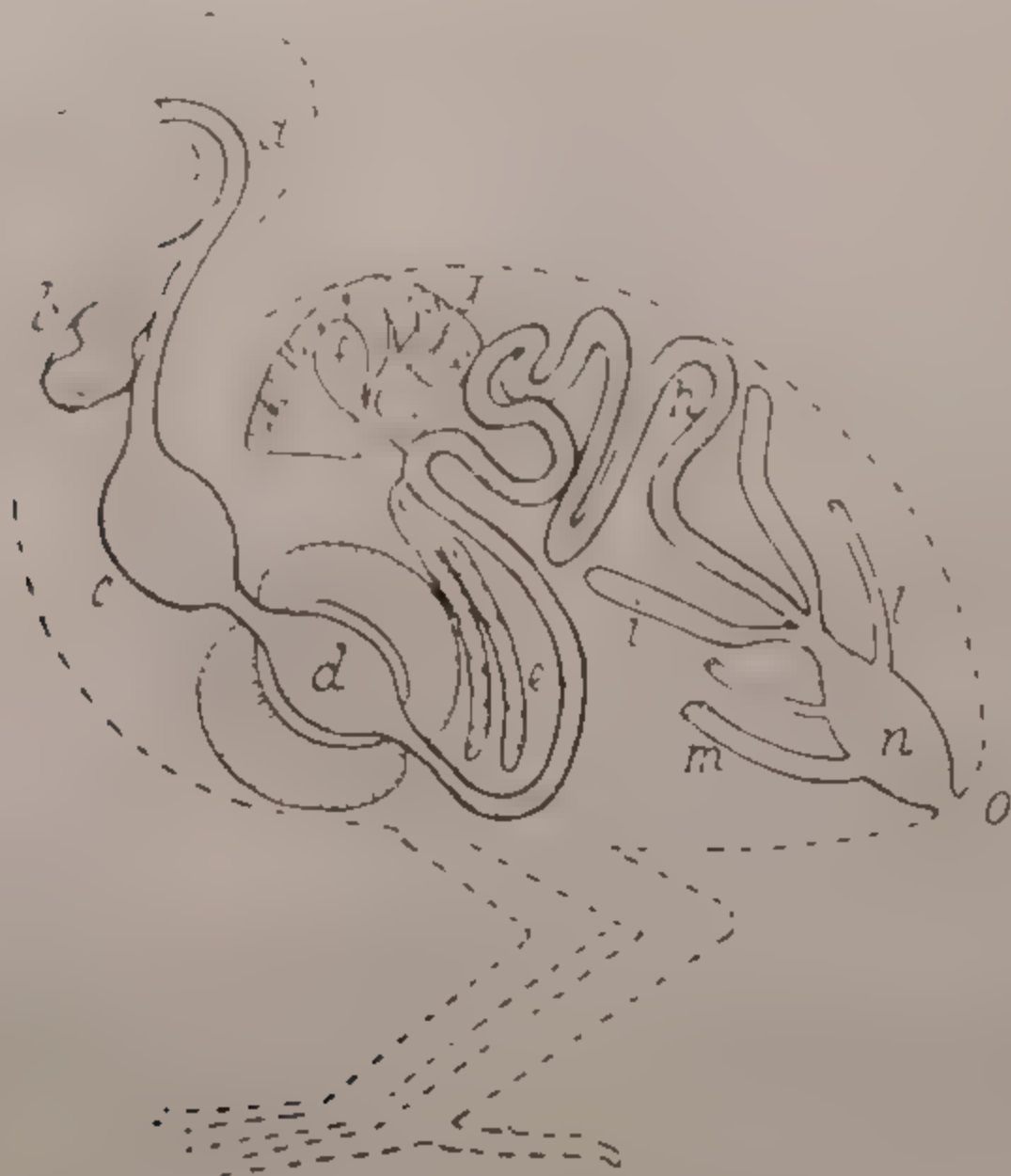



Fig. 111. – Schema dell'apparato digerente degli Uccelli granivori.

a) esofago; *b*) ingluvie; *c*) prostomaco; *d*) stomaco masticatore; *e*) pancreas; *f*) vescichetta biliare; *g*) fegato; *h*) intestino; *i*) intestino cieco: *l*) uretere; *m*) ovidotto; *n*) cloaca; *o*) apertura cloacale.

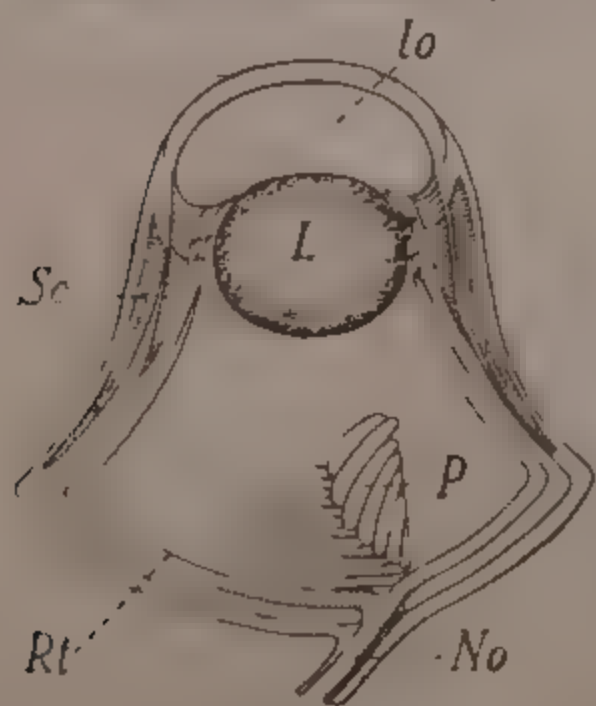



Fig. 112. – Occhio di Uccello rapace notturno (Sezione).

lo) cornea; *No*) nervo ottico; *P*) pettine; *Sc*) sclerotica con le sue piastre ossee; *L*) cristallino; *Rt*) retina. Ignota è la funzione del *pettine*, organo sporgente nella cavità dell'occhio.

Gli uccelli hanno un apparato digerente costituito da un esofago che si dilata a un certo punto a formare il *gozzo* in cui il cibo viene rammollito e da uno stomaco molto robusto (*ventriglio*) capace di triturare il cibo e preceduto dallo stomaco ghiandolare (*pro-ventriglio*). Nell'intestino sboccano gli organi escretori o *tubi del Malpighi* (fig. 111) (*ureteri*).

La circolazione del sangue è *doppia* e *completa* con cuore diviso in 4 cavità: due orecchiette e due ventricoli. Negli uccelli la laringe è poco sviluppata e la funzione vocale è devoluta a un apparecchio situato più in basso detto *siringe* (o anche *laringe inferiore*). Nell'encefalo assai sviluppati sono gli emisferi cerebrali (fig. 10). La vista è molto acuta specie nei Ra-

Fig. 113. – Aquila reale (*Aquila chrysaëtus*). Lunghezza fino circa 1 metro

Fig. 114. – Il Serpentario (*Serpentarius secretarius*).

Fig. 115. – Giovane Astore (*Astur palombarius*). (Falconide). Lunghezza 60 cm.

paci, e l'occhio ha la sclerotica rinforzata da pezzi ossei (fig. 112), vi è una terza palpebra: la *membrana nittitante*. L'orecchio manca di padiglione.

Gli Uccelli sono animali *ovipari*. Le uova vengono generalmente deposte nel nido fabbricato in precedenza dai genitori e covate dalla femmina; qualche volta anche dal maschio. Dall'uovo nascono i piccoli i quali o sono già in grado di nutrirsi da sè, o più generalmente hanno bisogno di essere imbeccati e nutriti dai genitori: prole *precoce* nel primo caso; prole *inetta* nel secondo.

Molti Uccelli compiono *migrazioni periodiche*. La Classe comprende parecchi *Ordini*.

I RAPACI hanno *becco adunco e artigli robusti*: si dividono in *diurni e notturni*.

Rapaci diurni. – **Aquila reale** (fig. 113). Magnifica dominatrice dell'aria, l'Aquila abita le più alte montagne e le foreste dell'Europa e dell'Asia. Ha becco adunco (*rostro*) molto robusto, artigli possenti nelle dita e tarsi coperti di piume, caratteri tutti propri dei rapaci. Il capo è sfuggente con orbita che sporge al di sopra dell'occhio dallo sguardo ardito e vivace. Il colore generale del piumaggio è bruno castagno con fasce nerastre nelle timoniere. Ha un'apertura d'ali di circa 2 metri.

L'Aquila nidifica su rocce scoscese o in qualche grosso albero, e alimenta se ed i piccoli con la carne di animali (lepri, conigli, agnelli) dei quali va in cerca di giorno volando, e sui quali si abbatte non appena li ha scorti, afferrandoli con gli artigli e sollevandoli a grandi altezze per portarli al nido o in luogo sicuro.

La maestà del portamento, la forza e l'ardire dell'Aquila fanno di essa il simbolo di ogni audacia e di ogni vittoria.

La **Poiana**, più piccola dell'Aquila (lunga 50 cm.), fa preda di serpi, lucertole, topi e anche di lepri e conigli. Il **Serpentario segretario** ha zampe lunghe e un ciuffo di penne che gli orna la testa; vive nell'Africa ed è così chiamato perchè uccide e mangia serpenti velenosi (fig. 114). È alto fino a 70 cm.

I **Falchi** comprendono parecchie specie fra le quali ricordiamo: il *Gheppio* che abita fra le rocce delle montagne o sulle torri degli edifici cittadini predando topi e altri animali. Nel becco porta un rilievo, una specie di *dente* al margine superiore, e un corrispondente incavo in quello inferiore. Il colore è giallastro, con macchie scure nell'addome, rosso ruggine sul dorso con strisce nere; resto del corpo grigio. Le ali falcate lo rendono ottimo volatore. Lo si vede volare al tramonto alto nel cielo, con riflessi di rame e con volo rapido e sicuro. Un altro Falconide è l'*Astore* (fig. 115).

Lo **Sparviero** (fig. 116) lungo circa 35 cm. ha forme snelle ed era usato un tempo, insieme con altre specie di Falchi, in quella caccia speciale detta *falconeria*.

L'**Avvoltoio** fulvo o **Grifone** (fig. 117) è un potente volatore che raggiunge le più grandi altezze, dalle quali scende con larghe spire allorchè ha scorto qualche cadavere di animale di cui si ciba affondando in esso il lungo collo coperto di lanuggine, cinto alla base da un collare di piccole penne bianche.

Il **Condor** abita le Ande meridionali. Ha 3 metri di apertura d'ali.

Rapaci notturni. - Il **Gufo reale** (fig. 118) ha i caratteri di rapace notturno, come la Civetta (fig. 119), dalla quale differisce per due ciuffi di penne poste in fuori sopra degli occhi.

Il **Gufo comune** somiglia a quello reale ma è molto più piccolo.

Il **Barbagianni** abita i granai, le torri abbandonate. Ha piumaggio biancastro di sotto, giallognolo di sopra; faccia non piatta, ma formata da due piani che si incontrano in avanti sulla linea mediana (fig. 120).

L'**Assiolo** è uccello migratore. (Lunghezza circa 20 cm.). Il suo canto — il noto *chiù* — si fa sentire nella campagna silenziosa verso sera.

Passeracei

Quest'ordine comprende tutti quegli uccelli che hanno per tipo comune di forma quella del *Passero*; ma data la sua vastità e varietà è difficile darne i caratteri generali.

Passero (fig. 121). – Ha becco conico robusto, color castagno con strie nere di sopra, grigio di sotto. Piede con 4 dita: 3 rivolte in avanti e 1 indietro. Coda tronca. Il maschio ha una macchia nera sotto la gola. Si' nutre di semi, e, quando è ancora nel nido, di insetti e di larve di insetti che vengono a lui portati dai geni-

Fig. 116. – Lo Sparviero (*Astur nisus*).
(Lunghezza dai 30 ai 35 cm. circa)

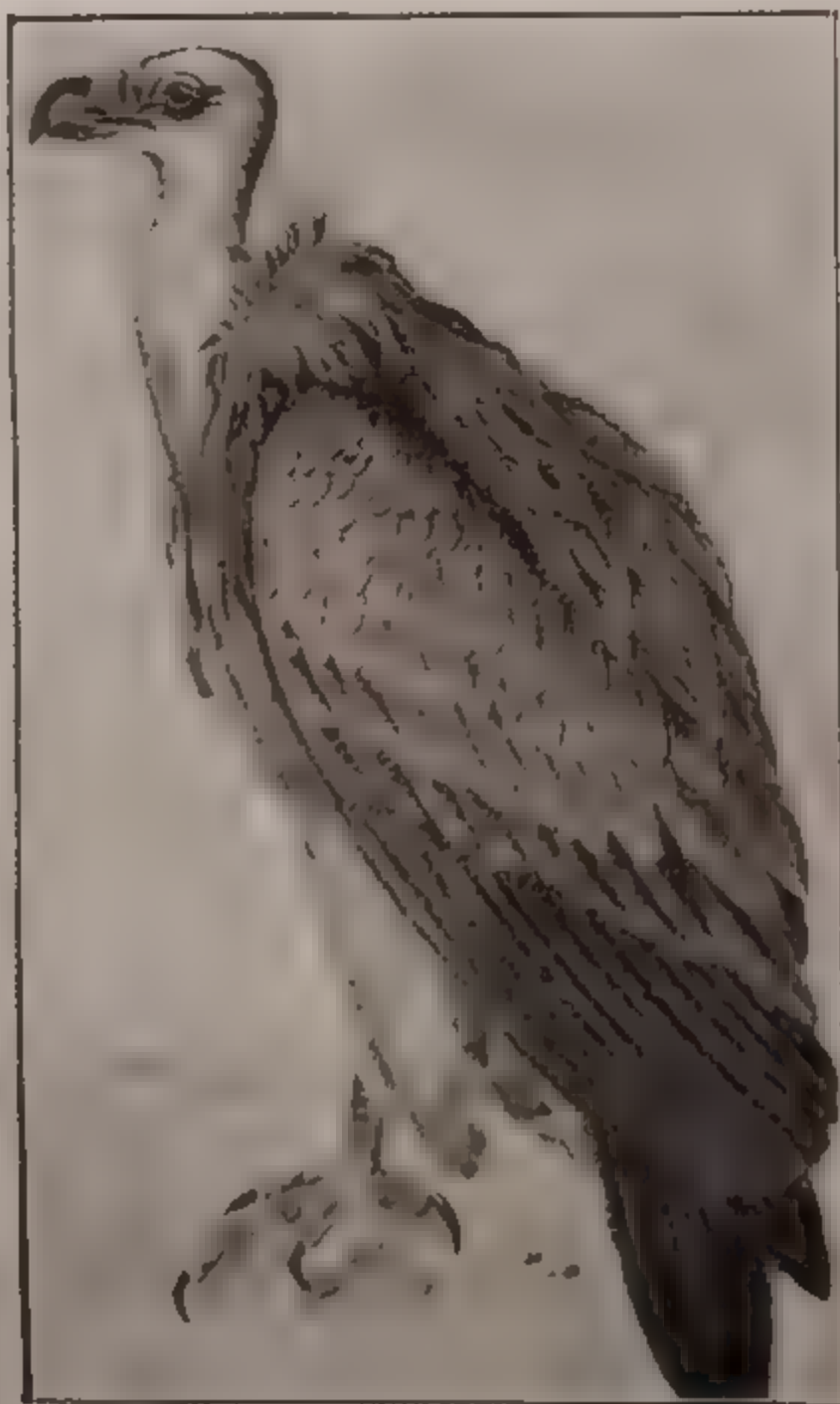



Fig. 117.– Grifone giovane e adulto (*Vultur fulvus*)
(Lunghezza m. 1,30 circa - Apertura d'ali m. 2,5).

Fig. 118. – Gufo reale (*Strix bubo*)
È il più grande fra gli Strigiformi viventi.
(Lunghezza da 60 a 70 cm.).

Fig. 119. – La Civetta (*Athène nòctua*)
(Lunghezza circa 20 cm.).

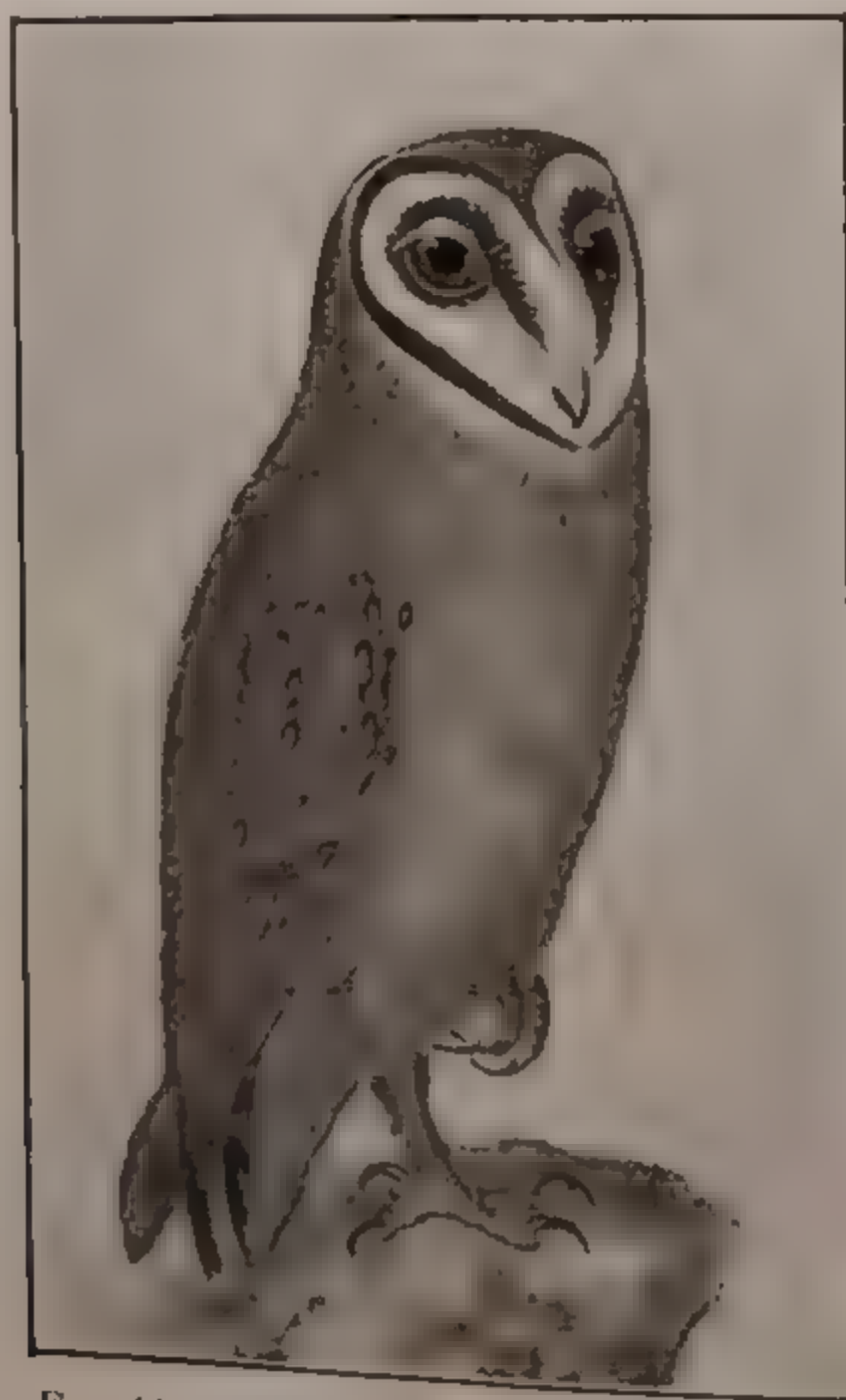



Fig. 120. Il Barbagianni (*Strix flàmmea*).
(Lunghezza 30-40 cm.).

tori. Nei luoghi dove non è molto abbondante è quindi utile all'agricoltura.

Rondine (*Hirundo rustica*). Nera con riflessi azzurro-violetti nel dorso, bianchiccia di sotto; fronte e gola di color rosso mattone; sul petto una larga fascia cangiante. Coda forcuta e ali acuminate. Il becco è corto e la bocca ampia. È uccello migratore. Fa il nido generalmente sotto i cornicioni dei tetti.

Topino o Rondine riparia (*Cotile riparia*). – È uccello migratore e giunge da noi in primavera come le rondini. Nidifica sulle rive scoscese dei fiumi in un buco scavato nella sabbia (fig. 507).

Fringuello (fig. 122). – Assai comune da noi nelle campagne coltivate e alberate. Nidifica sugli alberi e il suo nido è fatto con erbe secche, muschi, licheni e foderato di piume all'interno. Si nutre di semi e di insetti.

Fig. 121. – Il Passero (*Passer Italiae*).

Cardellino (*Carduelis elegans*). –

È uccello nostrale che si distingue dal colore del suo piumaggio, col pileo di un rosso cupo, i lati del capo e la gola bianchi come il ventre e il groppone e una fascia gialla attraverso le ali.

Allodola (*Alauda arvensis*). – Abita le campagne coltivate e i terreni aperti dove nidifica.

Mentre si libra a volo fa udire il suo canto chiaro e sonoro che diventa sempre più forte man mano si innalza nel cielo. È stazionaria e comune in tutta l'Italia, ma più

Fig. 122. – Giovani Fringuelli (*Fringilla coelebs*).

Fig. 123. – Lo Storno (*Sturnus vulgaris*).
(Lunghezza circa 20 cm.)

abbondante nel passo autunnale.

Usignolo (*Lusciola luscinia*). – Famoso per il suo canto che si fa sentire specialmente nella quieta notte lunare di primavera, mentre le femmine nel nido stanno covando le uova. È grande poco più di un passero, con colore bruno rossastro sul dorso e grigio sul ventre.

Lo **Storno o Stornello** (fig. 123). – Ha il piumaggio nero metallico cangiante in violetto ed in porpora con penne macchiate di bianco. Si ciba di insetti e di frutta, specialmente uva, di cui è ghiotto.

Corvo comune o Corvo nero è uno dei più grossi Passeracei con becco lungo e robusto. Il *Corvo imperiale* nidifica sulle alte cime delle Alpi come la **Cornacchia** (fig. 124), e si nutre a preferenza di carni in decomposizione. È uccello molto intelligente e longevo.

Altri Passeracei. – Le **Gazze** dal piumaggio bianco e nero (fig. 125). La **Ghiandaia** abitatrice dei boschi (figura 129).

Fig. 124. – Nido di Cornacchia nera (*Corvus corone*).
(Lunghezza circa 50 cm.). (Da *Vie d'Italia*).

Uccello di Paradiso. - Abita le regioni australi e per i suoi colori vaghi e splendidi è uno dei più ammirati uccelli della fauna tropicale ed equatoriale. Da ogni ascella scende un gran ciuffo di lunghe e finissime penne dorate che formano un bellissimo pennacchio.

La testa è gialla di sopra e

Fig. 125. — La Gazza (*Pica caudata*).
(Lunghezza totale fino a 50 cm.)

la gola verde smeraldina. Sul petto ha una macchia color violetto cangiante. Magnifico è anche l'**Uccello Lira** dell'Australia (fig. 127), che ha circa la mole di un fagiano.

Fra le moltissime specie di passeracei ricorderemo anche il **Tordo comune** (*Turdus musicus*), con le parti superiori di colore olivastro e le inferiori chiare con macchie brune cuoriformi; il **Merlo** (*Turdus merula*), con piumaggio nero nel maschio e becco giallo; la **Capinera**, la **Cinciallegra**, lo **Scricciolo o Re di macchia**, piccolo e vivace; il **Pettirosso**, la **Ballerina**, il **Pendolino** che fa il nido sui rami degli alberi incurvati sull'acqua (figura 128); il **Cannareccione** (fig. 129) e il **Pagliarolo** che nidificano fra i paduli e i canneti sospendendo

Fig. 126. — La Ghiandaia (*Garrulus glandarius*).
(Lunghezza 30 35 cm.)

il nid[illegible] sopra il livello dell'acqua — RAMPICANTI. — Il Picchio verde [illegible] alla vita arborea si arrampica sui tronchi e vi si attacca mediante le quattro dita del piede, delle quali due sono rivolte in avanti

Fig. 127. – L'Uccello Lira (*Menúra superba*).

Fig. 129. – Il Cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*). (Lungh. 20 cm

e due indietro, *carattere questo comune a tutti i rampicanti*.

Ha unghie forti ed acute e si aiuta anche con la coda per sostenersi verticalmente sul tronco e picchiare col becco lungo e diritto contro la scorza. Picchiando contro il legno l'uccello sente dal suono se il legno è cavo o no al disotto: nel caso che sia cavo, esso pratica col becco un foro nella corteccia e prende con la lingua lunga, viscida e protrattile gli insetti e le larve di insetti che vi dimorano.

Ha colore verde predominante con *pileo* (regione superiore della testa) rosso nel maschio, nero nella femmina. Un'altra specie comune è il **Picchio rosso** (fig. 130).

Fig. 128. – Nido del Pendolino (*Aegithalus pendulinus*). (Lunghezza 12 cm.).

Il **Torcicollo** (*Iynx torquilla*) è un lontano parente del Picchio e si ciba prevalentemente di formiche.

Cuculo (*Cuculus canòrus*). – È grande circa quanto un colombo; grigio di colore di sopra, biancastro con striscie nere ondulate trasversali nel ventre. Ha becco leggermente adunco. È utile perchè mangia i bruchi villosi della processionaria e di altri insetti nocivi.

È noto il suo grido *cu-cu* che si sente la sera nelle campagne in primavera allorchè fa ritorno da noi, essendo uccello migratore.

Fig. 130. – Il Picchio rosso (*Dendrocopus maior*).
(Lunghezza totale 25 cm.).

Fig. 131. – Il Martin pescatore (*Alcedo ispida*).
(Lunghezza 15 cm., senza il becco di 5 cm.).

Fig. 132 – L'Upupa (*Upupa epops*).
(Lunghezza circa 20 cm. senza il becco di 5 cm.).

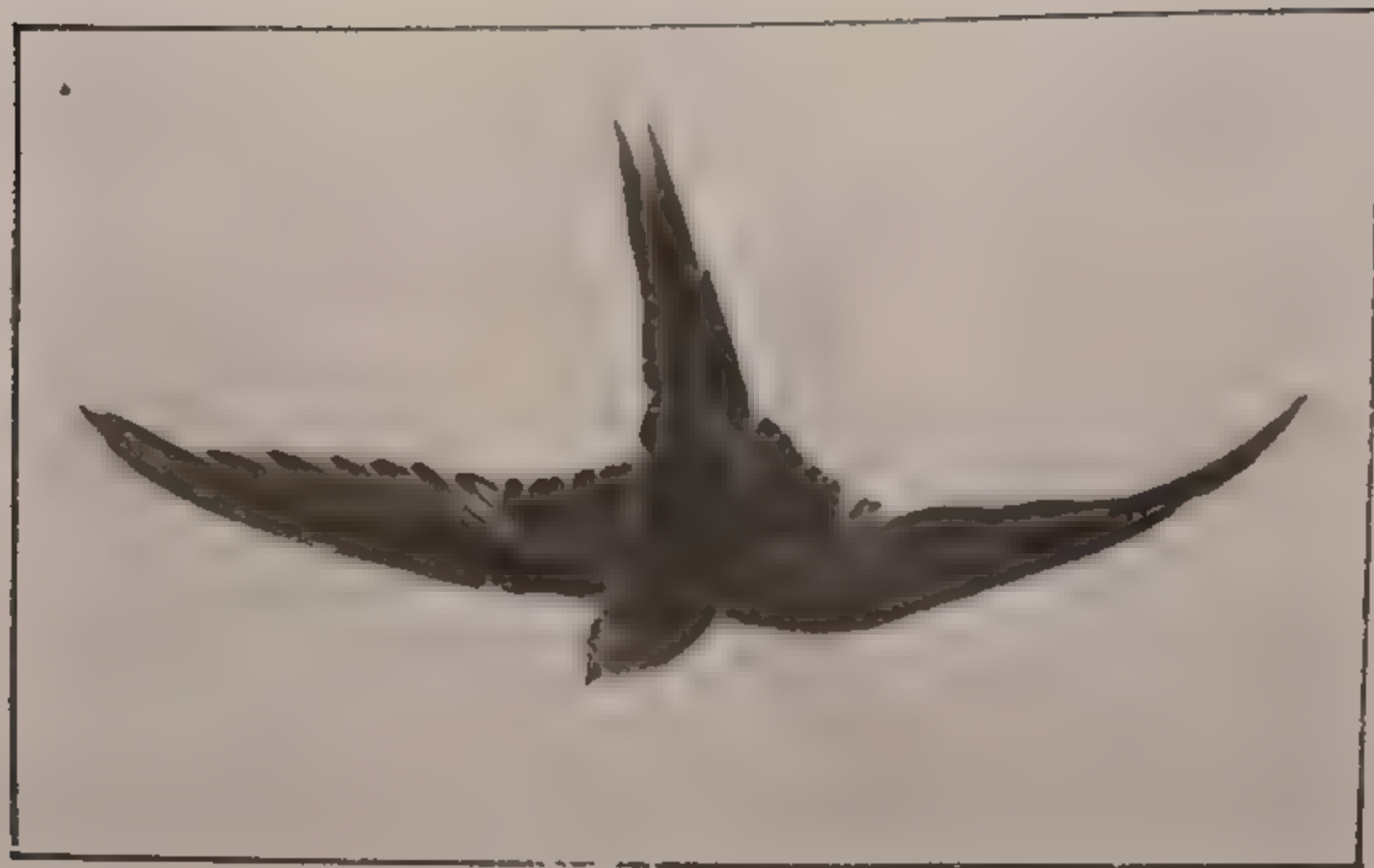



Fig. 133. – Il Rondone (*Cypselus apus*).

È assai curioso il modo di allevare i piccoli giacchè depone le uova in nidi appartenenti ad altri uccelli e le affida ai genitori adottivi.

Uccel Santa Maria o Martin pescatore (fig. 131), è uno degli uccelli più belli della nostra avifauna. Ha colore verde celeste di sopra, con mento e gola bianche. Il becco forte e diritto è atto ad afferrare i pesci che prende tuffandosi nell'acqua rapidamente, ed emergendo subito dopo con la preda. Ha capo grosso, corpo corto, e coda con dodici timoniere.

Upupa (fig. 132). – Ha becco lungo e sottile e un ciuffo di penne erigibili sulla testa. Ali e coda con striscie nere e bianche. È uccello diurno e si ciba di insetti e larve che trova nello sterco di animali pascolanti. I **Rondoni,** magnifici volatori, nidificano spesso sulle torri cittadine, sui tetti delle case (fig. 133).

I **Pappagalli** abitano le foreste vergini dei paesi tropicali, e sono caratteristici per i colori vivaci delle penne. Il becco è adunco e robusto. La lingua è grossa e carnosa. Imparano, come è noto, in domesticità, a ripetere le parole che vengono ad essi insegnate.

Fig. 134. – Il Piccione selvatico (*Columba livia*).

(Da Martorelli).

COLOMBI. – **Piccione selvatico** (fig. 134). Ha colore cenerino plumbeo con collo verde metallico splendente, petto con riflessi porporini, groppone bianco, remiganti traversate da fasce nere. Come in tutti i colombi, *il becco è carnoso alla base e corneo anteriormente* e non adatto quindi a triturare il cibo; alla sua base, superiormente si trovano le narici nascoste sotto due tubercoli molli e chiudibili per mezzo di valvole.

Fig. 135. – Gallo livornese bruno (incrocio dei livornesi bianchi coi galli combattenti).

Fig. 136
Gallina Wyandotte bianca

Il Piccione selvatico o torraiuolo, abita le torri e gli alti edifici cittadini o sui fianchi scoscesi e inaccessibili dei monti che precipitano in mare. È un ottimo volatore. Cammina male avendo il dito posteriore al livello degli anteriori.

È monogamo, e fa covate di non più di due uova ciascuna. I piccoli vengono nutriti con una sostanza bianchiccia simile al latte prodotta dal loro gozzo. Si conoscono numerose varietà fra cui quella dei piccioni *viaggiatori* usati fin dall'antichità in guerra per inviare messaggi.

Altri colombi sono: il **Colombaccio**, la **Colombella** o **Palombella**, la **Tortora** migratrice che vive nei boschi da noi in estate e sverna in Africa. Il suo grido è il noto *tur-tur*.

Fig. 137. – Il Tacchino, maschio e femmina (*Meleyris gallopaos*).

GALLINACEI. **Gallo domestico**

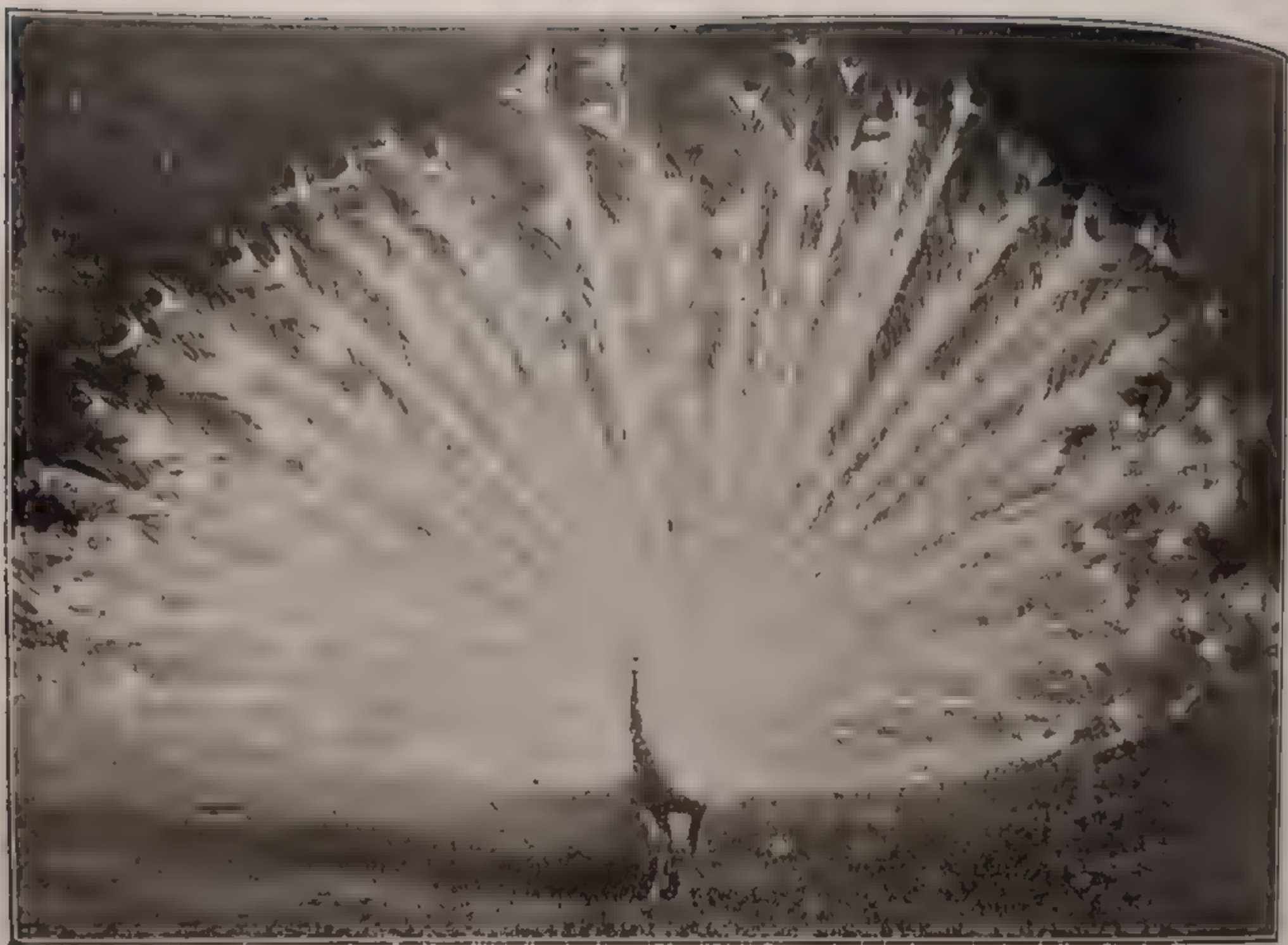



Fig. 138. – Il Pavone (*Pavo cristatus*).

(*Gallus domesticus*) (fig. 135). *Come la maggior parte dei Gallinacei*, il Gallo è animale *razzolatore* e non volatore; vive cioè in terra cibandosi di semi e insetti che trova fra le erbe e gli sterpi e del mangime che gli viene dato dall'uomo. Le ali corte e il corpo massiccio non gli consentono di innalzarsi e volare nell'aria come la maggior parte degli altri uccelli.

Ha zampe forti e robuste. Il dito posteriore più corto è collocato più in alto delle tre dita anteriori munite di unghie incurvate e forti, atte a raspare il terreno. Poco sopra alle dita posteriormente possiede una appendice acuminata: lo *sperone*.

Il becco è grosso con mascelle taglienti. Le penne copritrici della coda sono lunghe, arcuate, variopinte. Sul capo porta la *cresta*, appendice carnosa frastagliata, e sotto il becco, i *bargigli*.

Vive da padrone assoluto nel pollaio insieme con le femmine (*galline*) (fig. 136) che si distinguono dal gallo per il portamento meno fiero e per il colore meno appariscente. Le galline che covano le uova (per circa tre settimane) si chiamano *chiocce*. I pulcini sono precoci. — Numerosissime sono le razze e le varietà.

Altri Gallinacei sono, i *Tacchini*, i *Pavoni*, i *Fagiani*, le *Galline di Faraone*.

Il **Tacchino** è oriundo dell'America, ed è un grosso uccello caratteristico per la sua coda larga e variopinta che apre talora a ventaglio camminando impettito (si dice che *fa la rota*) (fig. 137).

Il **Pavone** è oriundo delle Indie orientali. Anch'esso ha una coda che si allarga a ven-

taglio, ma che è assai più grande [illegible] del [illegible], essendo fatta di piume verdi dorate con una macchia [illegible] (*occhio*). Ha testa piccola con sopra un ciuffo di penne (fig. 138).

Fig. 139. – Fagiani.

I **Fagiani** posseggono penne nella coda lunghissime, e si dividono in numerose specie e varietà (*argentati*, *dorati*, ecc.). Sono allevati nei parchi signorili (figg. 139, 140, 141).

Allo stato selvatico si trovano abbondanti in Albania, Dalmazia e Corsica.

Le **Galline di Faraone** sono oriunde dell'Egitto e dell'Africa.

Appartengono ai Gallinacei però anche uccelli volatori come le *Starne*, le *Quaglie* e le *Pernici*.

Fig. 140. – Fagiano dorato (*Phasianus pictus*).

La **Starna o Pernice grigia** (fig. 142) è stazionaria in alcuni luoghi, mentre in altri è migratrice. Ha colore somigliante al suolo in cui vive, grigio castagno. Il maschio si distingue dalla femmina per avere una macchia nera nell'addome in forma di ferro di cavallo. Vive per lo più in branchi e a coppie, e ad essa si fa caccia attiva, essendo assai pregiata la sua carne. Nidifica nel terreno e nei cespugli.

La **Quaglia** migra dall'Africa in Italia, in primavera. Sembra una piccola Starna.

La **Pernice di monte** o **Pernice bianca** presenta il *mimetismo di stagione*.

Il **Fagiano di monte** (fig. 143) ha la coda forcuta in forma di lira e le sue penne adornano spesso il cappello dei valligiani

Fig. 141. – Fagiano.

Al gruppo dei *Tetraonidi* appartengono: il **Gallo cedrone** (fig. 144), un grosso uccello divenuto oggi assai raro. Ha il petto verde-nerastro splendente, e coda ampia nera

TRAMPOLIERI. – **Airone cenerino, Garza** o **Nonna** (fig. 145).

Come, in genere, i Trampolieri, questo uccello, dalle forme snelle, ha *zampe molto lunghe*, specie di trampoli sui quali appoggia il corpo compresso lateralmente. *Pure lungo è il collo e il becco*: quest'ultimo robusto, diritto, e a margini minutamente seghettati verso la punta, adatti ad afferrare e a trattenere la preda.

Un ciuffo di penne sottili, nere, sulla testa, la coda corta, e il colore grigio ce-

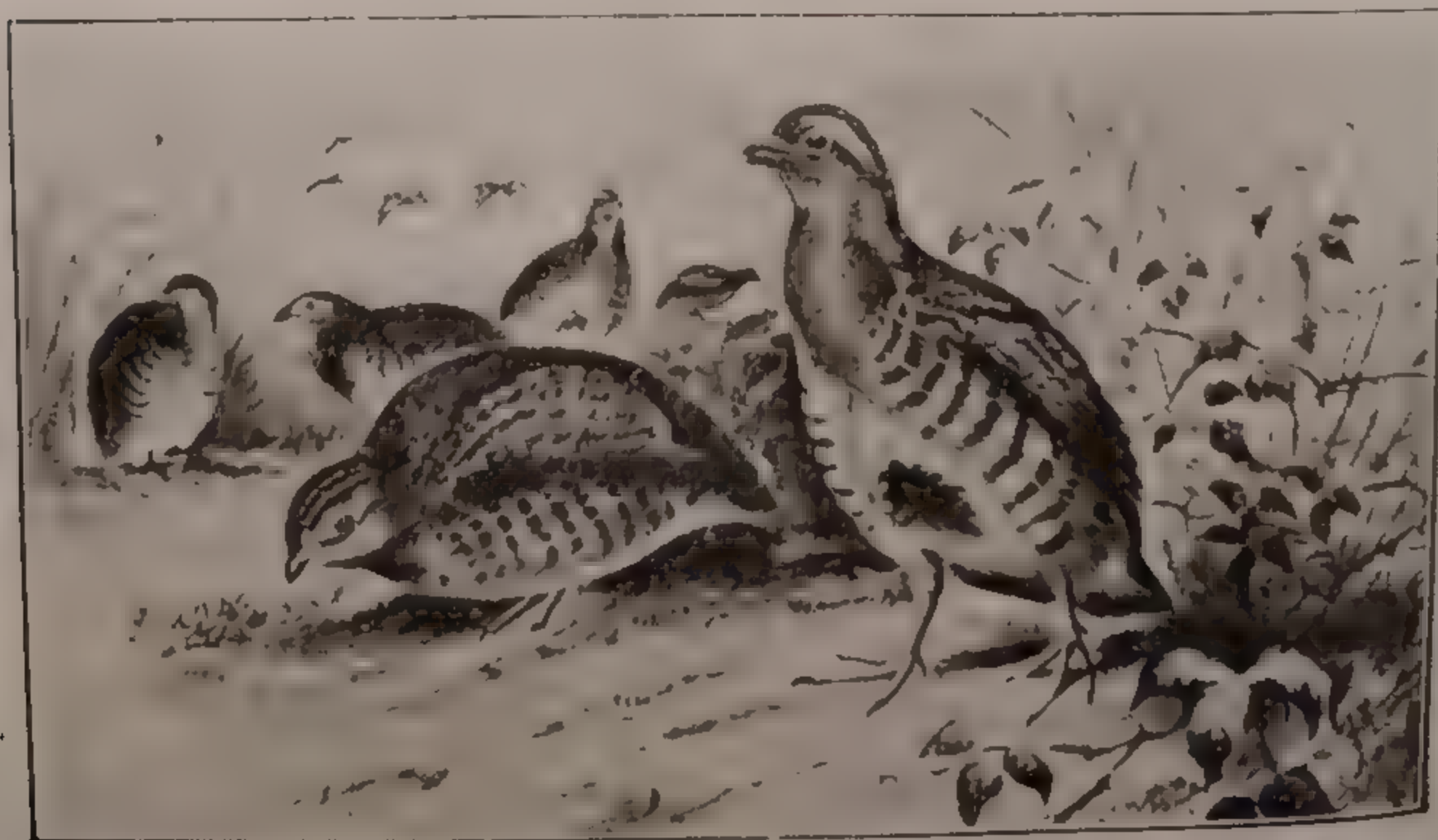



Fig. 142. – La Starna (*Perdix cinèrea*). (Lungh. cm. 30).
Il maschio si distingue dalla femmina per la macchia scura nell'addome. (Da MARTORELLI).

nere di sopra e bianco di sotto, fanno [illegible] scere facilmente questa specie fra le altre appartenenti allo stesso ordine.

Tutta la organizzazione dell'animale è quindi adatta a vivere in luoghi paludosi ad acque basse e ricche di pesci, molluschi e ranocchi. Infatti l'Airone cammina lentamente poggiando sul fondo i piedi terminati da quattro dita (3 avanti e una indietro), e poste tutte sullo stesso piano, rimanendo fuori dell'acqua con tutto il corpo. Spesso sta fermo ed immobile aspettando al varco la vittima che afferra col becco, affondando rapidamente il collo nell'acqua.

È animale socievole che nidifica in luoghi nascosti sugli alberi dei paduli. Nel volo tiene gli arti posteriori orizzontalmente all'indietro, e di essi si serve come di timone.

È uccello migratore e comune nella Toscana e in altri luoghi d'Italia.

Altri trampolieri. – **Fenicottero** (fig. 146). Ha il piumaggio roseo con le penne delle ali di un rosso fuoco (onde anche il nome di *Fiammante* dato ad

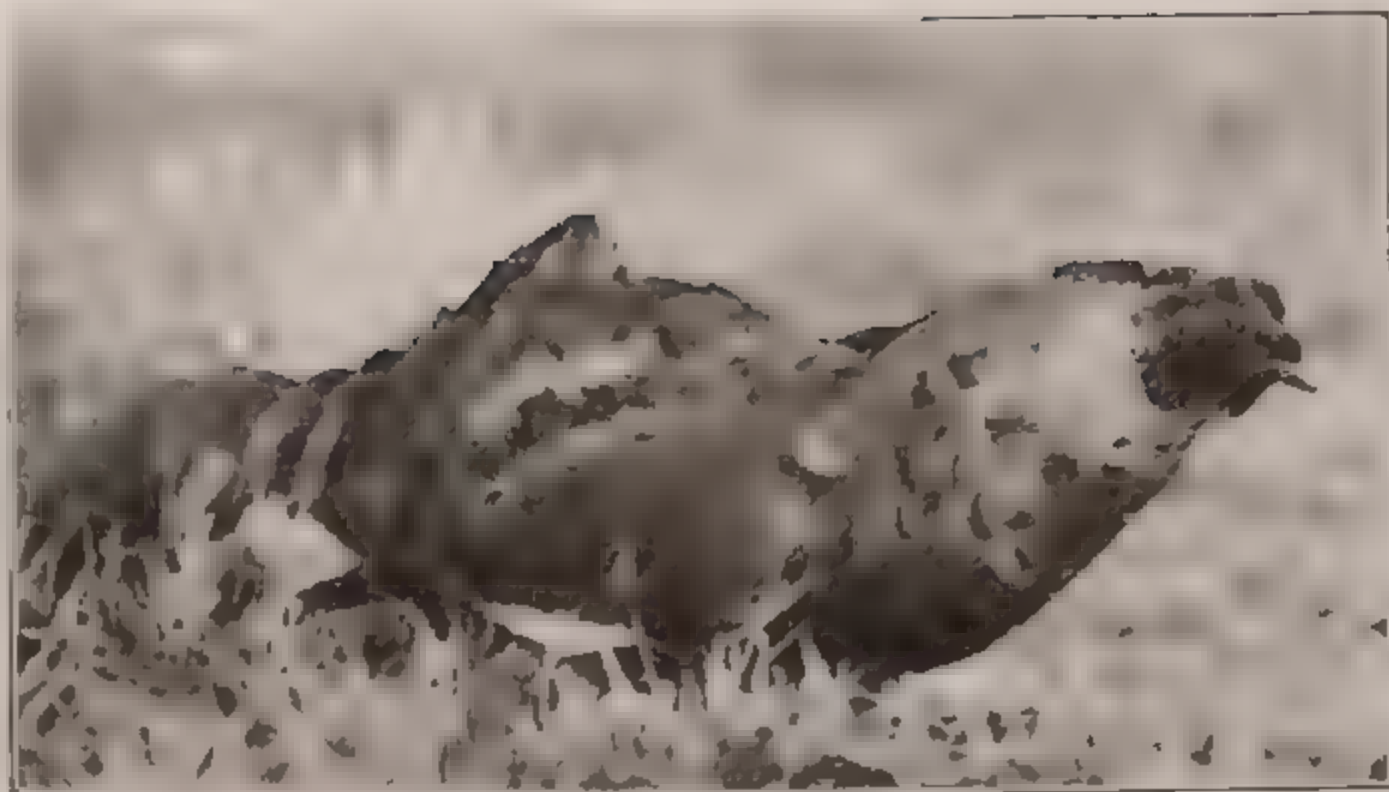



Fig. 143. – Il Gallo di montagna minore o Fagiano di montagna (*Tetrao tetrix*). (Lungh. circa 60 cm.)

Fig. 144. – Gallo cedrone o Urogallo (*Tétrao urogàllus*). (Lunghezza circa 1 metro).

Fig. 145. – L'Airone (*Ardea cinerea*). (Lungh. total fino a m. 1,10).

esso). Il becco è grosso e piegato ad angolo ottuso verso il suo mezzo. È migratore, e dall'Africa giunge in Sardegna verso la metà di Agosto, passando quivi l'inverno.

Elegante è la sua posa allorchè se ne sta immobile sull'acqua, poggiando su una zampa sola, in fila con gli altri suoi compagni.

La Cicogna. – È bianca con le ali nere all'estremità. Sverna in Africa e passa l'estate nell'Europa settentrionale (fig. 147).

La Beccaccia è una specie molto ricercata dai cacciatori per la sua carne squisita. Ha becco lungo, grandi occhi, zampe però relativamente corte. Vive nei boschi e fra le macchie. Il suo colore è quello del terriccio e delle fo-

Fig. 146. – Fenicotteri (*Phoenicopterus roseus*). (Lungh. fino a m. 1,50).

[illegible]

Le **Beccaccine** [illegible]

La **Pavoncella** o **Vifa** ha sulla testa un ciuffo di penne erigibili e frequenta d'inverno i prati umidi vicino ai padule. Ha occhi grandi corrispondenti alle sue abitudini notturne come la Beccaccia.

Il **Tarabuso** nidifica anche in Italia nei più densi canneti (figura 149).

La **Folaga** è comune d'inverno da noi negli sta-

Fig. 147. – Cicogne (*Ciconia alba*).
(Lunghezza fino a m. 1,30).

Fig. 148. – La Beccaccia (*Scolopax rusticola*). (Lungh. da 33 a 42 cm.).

gni e nelle valli. Ha piumaggio nero, scudo corneo frontale e becco bianco. Le dita del piede sono munite di una membrana frastagliata a lobi e formano remi eccellenti per il nuoto.

Fig. 149. – Il Tarabuso (*Botaurus stellaris*). (Lunghezza fino a 76 cm.).

PALMIPEDI. – **Anitra selvatica** (fig. 150). Il maschio è detto anche *Germano reale*, e si distingue dalla femmina per il colore del piumaggio che è assai vario: marrone di sopra nel dorso; fasce verdi-bluastre ornate di bianco nelle ali: collaretto bianco sul collo, e testa e collo di un bel verde splendente. La femmina ha un colore smorto e somigliante al terreno e alle foglie secche.

Come *tutti i Palmipedi* ha le dita *palmate*, cioè munite di membrana *e le zampe sono poste molto indietro nel corpo*. L'abbondante piumaggio untuoso, il grasso sotto la pelle, il becco piatto, lamellare rendono questo animale *adatto a vivere nell'acqua*, dove trova il suo nutrimento. Galleggia infatti e nuota nell'acqua, adagiando il ventre largo e pianeggiante sulla superficie di essa, e muovendo le zampe a guisa di remi. Il becco ha i margini scheggiati e funziona come un filtro, in modo che, afferrata la preda, l'acqua cola dal becco.

In corrispondenza del sopraccoda porta due ghiandole produttrici di una sostanza

Fig. 150. – L'Anatra selvatica (*Anas boscas*).

grassa oleosa, della quale si spalma col becco le piume e le penne. L'Anatra giunge da noi [illegible] d'inverno, per ripartire la primavera seguente. Il nido è foderato di piumino che la madre si strappa dal ventre, e viene da questa nascosto con foglie e fuscelli nel caso che essa debba allontanarsi.

L'*Anatra domestica* vive sulla terra, ma cammina assai male.

Fig. 151. - Il Cigno (*Cygnus olor*). (Lunghezza da m. 1,50 a 1,80)

Altri palmipedi. **Cigno reale.** È specie dell'Oriente, che ha dato origine al **Cigno domestico** allevato da noi nei laghetti dei parchi e dei giardini, dove lo si vede nuotare con elegante maestà, bianco candido (o nero se di specie australiana), tenendo il collo lunghissimo diritto e il corpo quasi immobile (fig. 151).

Oca domestica. – Proviene dall'*Oca selvatica* (*Anser anser*). Di essa si fa notevole allevamento per il fegato, per la carne, e per il piumino.

Fig. 152. Il Gabbiano comune (*Larus ridibundus*) (Lunghezza da 30 a 40 cm.).

Gabbiano comune (fig. 152). – Frequenta le spiagge marine. Le ali acute e lunghe lo fanno un ottimo e resistente volatore. Ogni tanto, volando sul mare con remeggio delle ali lento e forte, si tuffa in acqua per afferrare col becco lungo, diritto e un po' adunco all'apice, qualche pesce affiorante. Il colore è bianco-grigio, ad eccezione del capo che è nero con un cerchio bianco intorno agli oc-

Fig. 153. – Pellicano comune (*Pelecanus onocrotalus*). (Lung. da m. 1,40 a 1,80). Si osservi la borsa che pende sotto il becco.

chi, meno che in primavera. I piedi sono palmati benchè di rado nuoti. Il suo grido somiglia ad uno sghignazzamento.

Lo **Svasso** o **Tuffetto maggiore** è comune in Italia, dove sverna. Ha zampe poste molto indietro nel corpo. Il suo elemento è l'acqua, nella quale si tuffa restando fuori col capo che ha in primavera un ciuffo di penne erigibili.

Uccello delle tempeste. – (*Procellaria pelagica*). Colore nero coi lati dell'addome e il sopraccoda bianco. Ali lunghe e fortissime. È un piccolo uccello che ama volare sul mare allo scuro e quando il tempo è più burrascoso, sfiorando l'acqua.

Il **Pellicano** è caratteristico per il becco lungo e schiacciato, la cui mandibola sostiene una specie di sacco membranoso entro il quale conserva i pesci che ingoia rapidamente per cibarsene poi con comodo (fig. 153).

Pinguini. – Questi uccelli sono molto diversi dagli altri perchè inadatti a volare, ma adatti a *nuotare* (fig. 154). Infatti le ali sono trasformate in specie di natatoie. Le zampe terminano con i piedi palmati, e sono situate così indietro nel corpo che su di esse l'animale si appoggia tenendo il corpo diritto quasi in posizione verticale. I Pinguini camminano con fare goffo e barcollante. Le penne aderiscono strettamente alla pelle sotto cui si trova abbondante uno strato di grasso. Il becco è grande e robusto.

Il colore è nerastro di sopra e bianchiccio di sotto.

I Pinguini vivono in branchi numerosissimi fra i ghiacci delle regioni polari, sulle coste dell'Africa, America e Australia (fig. 155).

Fig. 154. – Il Pinguino (*Spheniscus demersus*). (Alto circa m. 1 in posizione eretta).

CORRIDORI. – Sono uccelli *inetti al volo*; lo *sterno è privo di carena*.

Lo Struzzo comune (fig. 156) è alto da 2 a 3 metri, altezza dovuta

Fig. 155. – Pinguini sulla spiaggia.

nella massima parte alle lunghe zampe e al lungo collo. Le zampe sono fortissime (se molestato sferra calci poderosi), e portano due dita nel piede di cui la più grossa ha un'unghia enorme. Le piume nel maschio sono nere, meno quelle delle ali e della coda che sono bianche. La mancanza dello sterno carenato e delle penne rende inetto quest'animale al volo. È atto invece alla *corsa*, raggiungendo finanche la velocità di 60 km. all'ora. Ha uno stomaco molto robusto. La femmina depone le uova grandissime (il loro contenuto equivale a 24 uova di gallina) nella sabbia e le cova alternandosi col maschio. Abita l'Africa settentrionale, la Somalia e il Sud Africa. Numerosi sono gli allevamenti artificiali, ma l'industria delle piume ha sofferto moltissimo dai cambiamenti della moda. Un piccolo Ratide è il **Kiwi** della Nuova Zelanda, che ha le zampe robuste e il becco lunghissimo (fig. 157).

LE MIGRAZIONI DEGLI UCCELLI

Uno dei fenomeni che maggiormente eccita la nostra curiosità, e che più ci sorprende, è la migrazione degli uccelli, ossia il fatto che molti di essi compiono ogni anno, in determinate epoche, con eguali direzioni, dei viaggi regolari e periodici. Si chiamano uccelli di *passo* quelli che in autunno, provenendo dai paesi nordici, vanno a svernare in paesi a clima caldo, e di *ripasso* quelli che in primavera vengono dai paesi caldi per ritornare nelle regioni settentrionali. Questi migratori si dicono di *passo regolare*, per distinguerli da quelli che appaiono irregolarmente, o da quelli che compiono soltanto qualche *escursione* nella regione in cui abitano e che sono di semplice transito o possono soffermarsi un tempo più o meno lungo e alcuni anche nidificare. La conoscenza di queste varie specie di migrazioni e delle vie seguite dagli uccelli è di grande importanza scientifica e pratica, poichè essa sta a base delle disposizioni e delle leggi relative alla caccia e alla tutela del patrimonio venatorio per un dato paese.

Fig. 156. - Lo Struzzo comune o del Sahara (*Struthio camelus*). Maschio e femmina.

Il fenomeno delle migrazioni si svolge con modalità e in tempi diversi a seconda le specie che si considerano. Generalmente le migrazioni avvengono di notte e con tempo umido e piovoso. Generalmente anche il volo si compie a grande altezza e a grande velocità. Certi uccelli si uniscono in branchi numerosissimi; certi altri viaggiano in pochi soltanto appaiati o anche isolati. I maschi talvolta precedono le femmine e qualche volta i giovani partono prima degli adulti. Le vie seguite nelle migrazioni variano assai, in generale gli uccelli che partono dal settentrione tendono verso sud-ovest e meno frequentemente verso sud-est (Cuculo e Cicogne bianche) (fig. 158). Nel ritorno seguono vie più brevi. Vi sono specie che battono il *record* della distanza. Così il Piviere siberiano dalla Manciuria attraverso il Giappone e l'Australia arriva fino alla Nuova Zelanda.

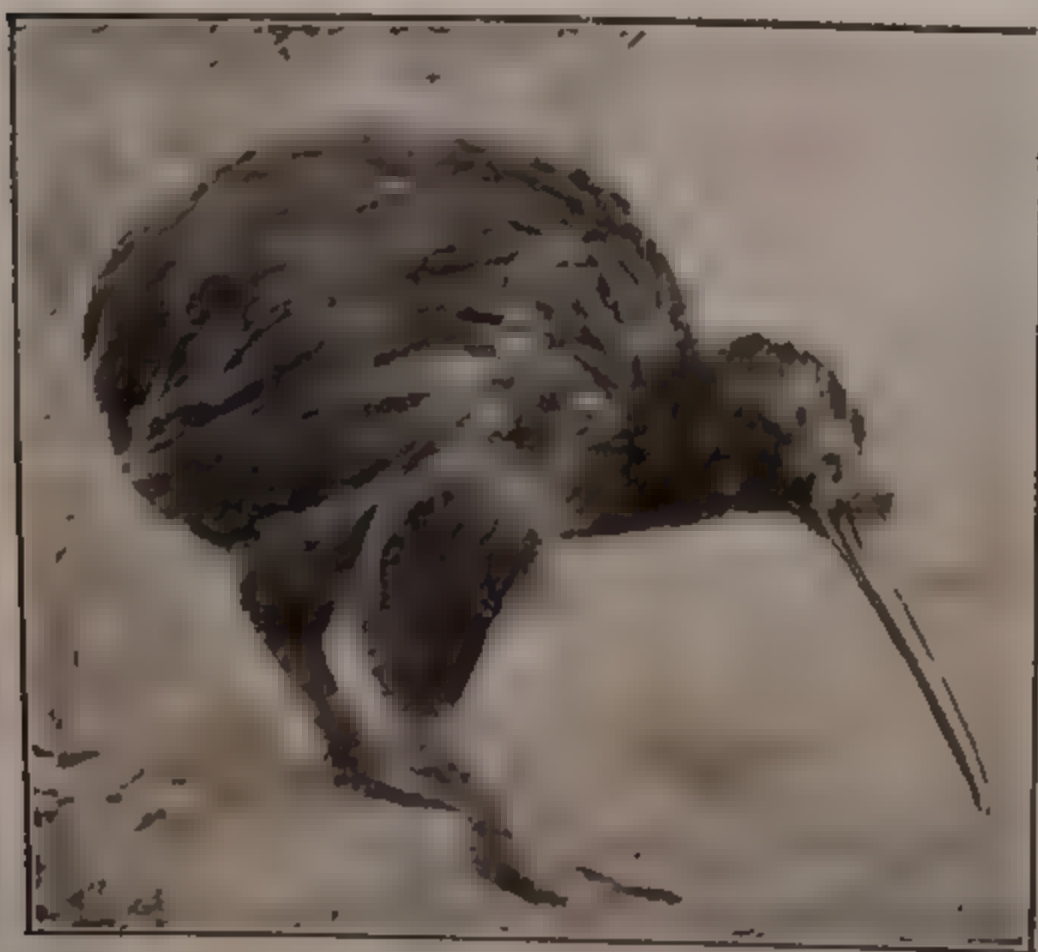



Fig. 157. - Kiwi (Nuova Zelanda).

Quanto ai fattori principali che determinano gli uccelli alla migrazione, essi sono dati in parte dalla ricerca di mezzi di sussistenza allorchè questi vengono a mancare nell'inverno, in parte dalla necessità di ricercare un clima più confacente alla vita e di sfuggire l'inclemenza della stagione. Ma quanto all'origine delle migrazioni e alla facoltà istintiva dell'orientamento e al ritorno in patria, spesso allo stesso nido fab-

bricato l'anno prima, si tratta di problemi che ancora sono avvolti nel più fitto dei misteri

LA CACCIA

Mentre per l'uomo primitivo la caccia agli animali rappresentava una necessità per assicurarsi il sostentamento o per difendersi, con lo sviluppo graduale della civiltà essa tende a diventare un esercizio sportivo, o, come si verifica in qualche luogo, un'industria. Tale è per es. in Russia e nel Canadà, dove è attivo il commercio delle pelli fornite dagli animali da pelliccia. Ad ogni modo l'esercizio della caccia muta col mutare degli ambienti, varia col variare dei mezzi di distruzione, si modifica nel tempo in relazione alle condizioni sociali economiche e politiche dei vari popoli. Oggi la caccia col Falcone alle Gru, ai Cigni, ai Fagiani, come si usava nel medio evo, non è più che un ricordo storico. E rimane anche un ricordo storico il privilegio riservato in questa epoca alla nobiltà, che trovava più che altro nella caccia il mezzo per esercitare le sue virtù cavalleresche.

Fig. 158. – Le vie di migrazione della Cicogna.

Anche il genere di selvaggina ha mutato nel tempo e nei diversi luoghi. Alcune specie come, ad es., l'Alce e l'Uro (*Bos primigenius*) vissero in Italia molti secoli or sono, come ci è dato rilevare dai loro resti. Altri si sono fatti in Italia assai rari: la Lince, il Gatto selvatico, il Lupo, l'Orso bruno. Si trovano ancora selvatici il Cervo, il Daino e il Muflone in Sardegna e in poche altre località; il Capriolo nell'Italia meridionale; ma il loro numero andrebbe sempre più diminuendo se non fossero intervenute in tempo leggi restrittive a regolare l'esercizio della caccia, e se in alcuni luoghi, come per lo Stambecco sulle Alpi, non si fossero create delle zone apposite di rifugio nelle quali la caccia è vietata. L'istituzione dei Parchi Nazionali, come quelli delle Alpi piemontesi, delle montagne dell'Abruzzo, del Circeo nella regione pontina, ha appunto lo scopo di proteggere la fauna e la flora di questi luoghi.

Questo bisogno di disciplinare l'esercizio della caccia si fece sempre sentire, ma ora più che mai si è imposto dovunque. Così la caccia grossa, che si esercita nelle Colonie (cattura e uccisione di Leoni, Elefanti, Ippopotami) è riservata solo a chi è fornito di speciali permessi e soggetta a tasse fortissime. Ma vogliamo vedere in che modo in Italia si è pensato a proteggere il nostro patrimonio venatorio, soprattutto per quanto riguarda la caccia agli uccelli, che è la più praticata.

Abbiamo detto in precedenza che la selvaggina rappresentata dagli uccelli può essere *stazionaria* (Starne, Pernici, Coturnici, Gallo cedrone e altri Tetraonidi) o di *passo*, ossia

data da tutte quelle spe[illegible] viaggi regolari e periodici per portarsi dalle regioni settentrionali a quelle dell'Africa e dei paesi caldi (*passo autunnale*, o viceversa (*passo primaverile*).

Gli studiosi affermano che la prima è in palese e forte diminuzione, mentre per la seconda la cosa è più discutibile; ad ogni modo è certo che anche per questa sussistono cause molteplici che agiscono in senso favorevole alla sua continua diminuzione. Fra queste cause sono da mettersi in prima linea i sistemi moderni di coltivazione agraria. Per essi infatti (taglio degli alberi alti e frondosi, uso di macchine agricole, di concimi e di ingrassi velenosi, e altri provvedimenti voluti dalla coltura intensiva), quelle specie che erano solite trattenersi e nidificare nei campi sono costrette a cercare altrove rifugio ed ospitalità. In secondo luogo i disboscamenti e, infine, le bonifiche, costringono le specie montane o di valle a proseguire oltre nelle loro migrazioni e cercare altri ambienti favorevoli.

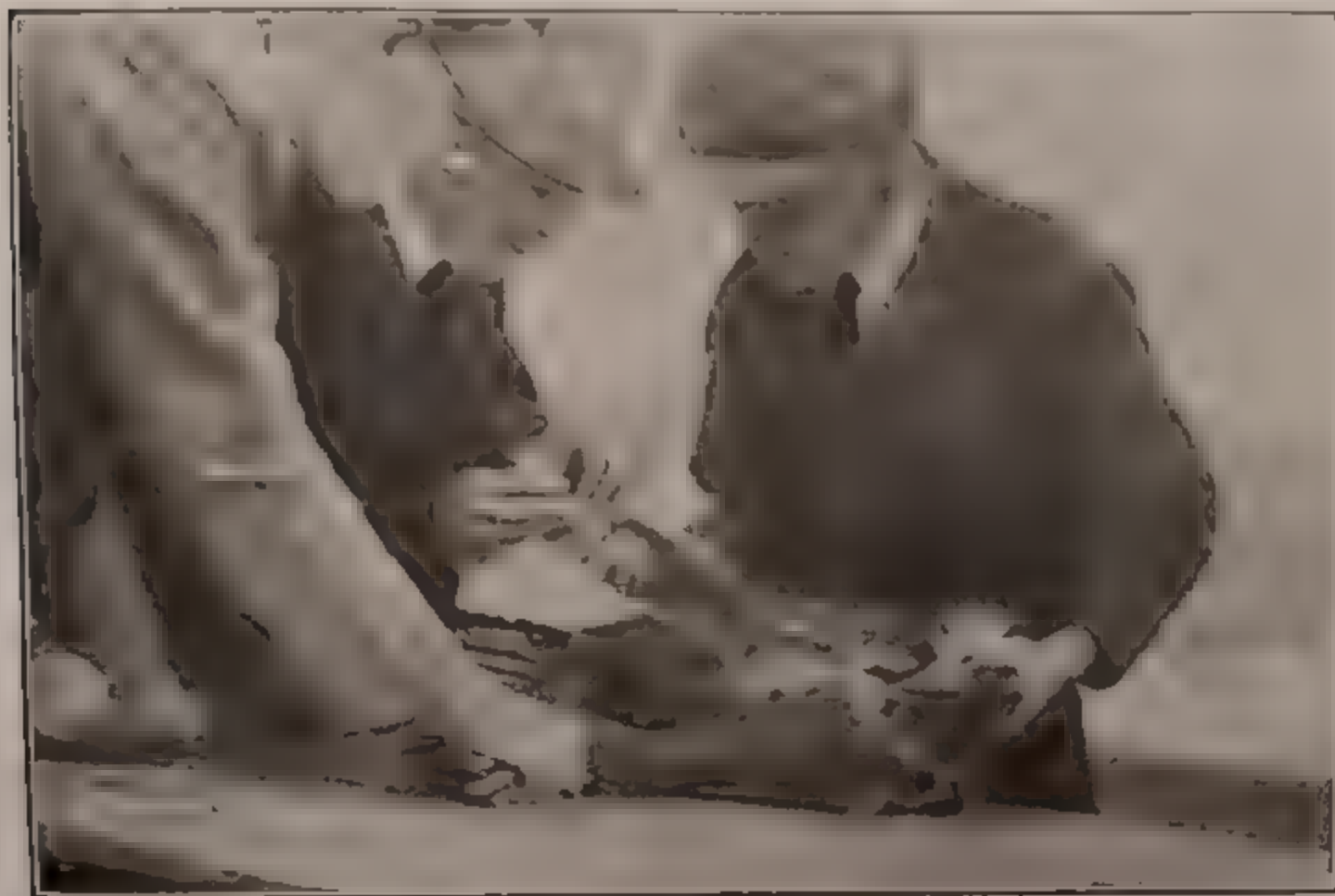



Fig 159. – L'inanellamento.

Un'altra causa, e non ultima, che concorre alla diminuzione della selvaggina di passo è il *bracconaggio*, ossia la caccia eseguita coi mezzi più subdoli e più micidiali o limitata anche alla cattura e alla manomissione dei nidi e delle uova.

Il problema quindi riguardante la ricostruzione del nostro patrimonio venatorio si presenta alquanto complesso, giacchè se da un lato occorre ricostituire la ricchezza della selvaggina stanziale e conservare e valorizzare di più quella migratoria, dall'altro non si può non tener conto delle esigenze della moderna agricoltura, della necessità di bonificare i terreni e di compiere tutti quei lavori che sono necessari allo sviluppo della civiltà in tutte le sue forme, e, in fine, delle... esigenze dei cacciatori.

Il problema tuttavia è stato risolto dal Governo Nazionale con una legge unica sulla caccia, che va sotto il nome di *Legge Acerbo*, e che rappresenta una delle più belle realizzazioni del nostro mutato clima politico.

Il territorio italiano è stato diviso nelle così dette *Zone venatorie* aventi determinati e peculiari caratteri faunistici, in modo che, tenendo conto di questi caratteri, l'esercizio della caccia possa effettuarsi soltanto in determinate epoche dell'anno e con le dovute norme e cautele.

Due volte all'anno si radunano a Roma i rappresentanti degli interessi cinegetici per la compilazione del *Calendario venatorio*, al quale devono poi attenersi tutti i cacciatori.

Sono stati presi inoltre provvedimenti severi contro il bracconaggio. È stato regolato l'uso delle reti per quanto riguarda l'*uccellagione* (presa degli animali senza fare uso di armi da fuoco). È stata proibita la cattura e la uccisione di specie che sono in via di esaurimento (come, ad es., le femmine degli Urogalli e dei Fagiani di monte); la presa e distruzione di nidi; la distruzione di piccoli uccelletti utili all'agricoltura perchè divoratori di insetti nocivi alle piante. Infine è stato disciplinato tutto il lavoro riguardante la *ricostruzione del*

patrimonio venatorio che si compie soprattutto a mezzo delle ***bandite***, delle ***riserve***, del *ripopolamento* [illegible] zone nelle quali è proibito cacciare a chiunque e nella quale vengono [illegible] nuovi capi (Lepri, Starne, Fagiani) affinchè si riproducano liberamente. [illegible] appartengono a proprietari che hanno il diritto di caccia, ma hanno anche l'obbligo di tenere la riserva in piena efficienza continua.

Altre disposizioni mirano a dare un indirizzo al complesso delle disposizioni riguardanti la caccia. Così l'istituzione degli *Osservatori Ornitologici*, che provvedono all'*inanellamento* degli uccelli al fine di conoscere le vie seguite nella migrazione, alla conoscenza della vita e dei costumi delle singole specie e a quanto altro si riferisce allo studio della avifauna.

L'inanellamento consiste (fig. 159) nell'applicare un anello di alluminio (che porta indicazioni valevoli a stabilire l'identità individuale, ossia il numero di matricola e il nome dell'Osservatorio nel quale fu compiuto l'inanellamento) ad una zampa dell'animale che viene poi rilasciato in libertà. Se colui che cattura o uccide l'animale rinvia all'Osservatorio l'anello, può fornire notizie preziose sulla via seguita dal migratore, sul tempo impiegato a percorrere certe distanze, sul senso dell'orientamento negli uccelli, sulla tendenza generale al ritorno nello stesso luogo, sia per nidificare, sia per svernare, e altri dati importanti. In Italia sono sorti negli ultimi anni numerosi Osservatori, il primo dei quali, in ordine di tempo, è quello che sorge sulla riviera bresciana del Garda, con centro a Salò (1929). Nel 1930 sorse la Stazione Ornitologica di Castel Fusano, a poca distanza da Roma. Altri Osservatori sono quelli di Ancona, di Genova, della Mèsola (Ferrara), di Pisa, di Perugia.

Terza Classe: RETTILI

Caratteri generali. – I *Rettili* hanno *temperatura del corpo variabile*, circolazione del sangue *doppia e incompleta*, essendo il cuore costituito da due orecchiette e da un solo ventricolo per cui il sangue venoso si mescola in parte con l'arterioso (fig. 160). Nei Coccodrilli il cuore è *quadriloculare*; però la circolazione è sempre incompleta, giacchè vi sono due aorte comunicanti al loro inizio fra loro per mezzo di un foro (*foro di Panizza*). Il corpo è ricoperto di uno strato corneo, che ogni tanto si distacca, venendo sostituito da una nuova epidermide (*muta*). L'epidermide riveste anche svariate formazioni del derma (*Scaglie, piastre, scudetti*). Respirano sempre per polmoni. Nei serpenti si sviluppa solo completamente il polmone destro, che è di forma allungata e mancano gli *arti*.

È notevole in alcuni Rettili (*Hatteria punctata* della Nuova Zelanda) l'esistenza di un foro impari nella volta del cranio (*forame parietale*). Sotto a questo foro si trova un organo terminale della *epifisi* del cervello (v. pag. 315), organo che ha la struttura di un occhio e che rimane coperto dalla pelle sovrastante (*occhio pineale*) (fig. 161). Questo occhio rudimentale sarebbe il residuo dell'unico occhio dei Vertebrati primitivi. Per lo più i rettili sono *ovipari*.

La Classe dei Rettili si divide nei seguenti ordini: *Sauri, Serpenti, (Ofidi), Coccodrilli, (Loricati), Testuggini, (Cheloni)*.

SAURI. – Le **Lucertole** (fig. 162) hanno corte e deboli zampe, le anteriori poste assai distanti dalle posteriori, cosicchè per camminare si valgono anche del corpo al quale imprimono movimenti serpentiniformi. Hanno la bocca munita di piccoli denti nelle mascelle e nel palato. Dietro il capo si vedono due macchiette oscure corrispondenti alle membrane del timpano delle orecchie, mancanti di padiglione. La testa di forma triangolare porta occhi vivaci muniti di una terza

palpebra (*membrana nittitante*). All'estremità del muso stanno le narici. La lingua è bifida. Le Lucertole sono ovipare e le uova hanno un guscio pergamenaceo.

D'inverno le Lucertole cadono in letargo, nascondendosi entro buche sotto terra, dalle quali escono in primavera per riscaldarsi ai tepidi raggi del sole. È noto quanto sia fragile la coda delle lucertole. Ma questa fragilità costituisce per l'animale un vantaggio, giacchè in questo modo esso si libera facilmente dalla stretta dei suoi nemici (*autotomia*).

Fig. 160.
La circolazione del sangue nei Rettili.
as) atrio sinistro; *ad*) atrio destro; *v*) ventricolo.

Fig. 161.
Occhio pineale di un Lacertide.
(Da PIERANTONI).
V) volta del cranio; *b*) base del cranio; *m*) bulbo dell'encefalo; *R*) tubercoli bigemini; *H*) emisferi; *lo*) lobi olfattivi; *p*) occhio pineale.

Affini alle Lucertole sono i **Ramarri**, più grandi e di un bel colore verde smeraldino. **L'Orbettino** (fig. 163) è privo di arti all'esterno e somiglia ad un serpentello. Grosse Lucertole americane sono le **Iguane** (fig. 164) e i **Basilischi**. Un curioso animale è il **Camaleonte** (fig. 165), che abita l'Africa settentrionale e la Spagna. L'animale si attacca ai rami degli alberi con le dita opposte fra loro (tre contro due) in modo da fare come una morsa, valendosi anche della coda prensile, e si muove lentamente in cerca di mosche o altri insetti che cattura con la sua lunga lingua munita all'apice di un bottone adesivo, lanciandola fuori dalla bocca all'improvviso nel momento opportuno. Ha occhi grandi, cuneiformi, che si muovono indipenden-

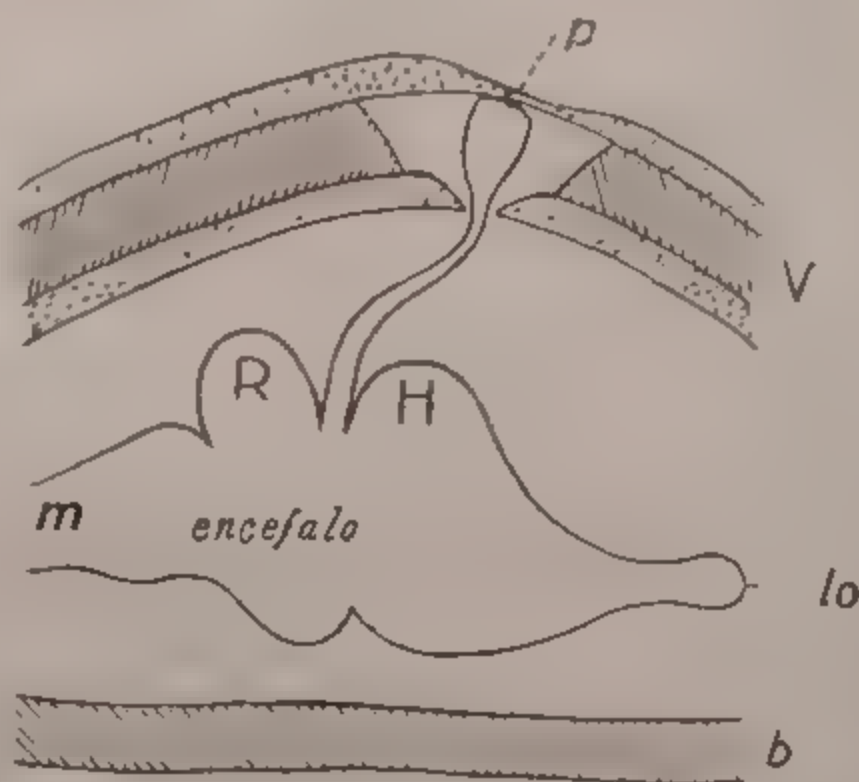



Fig. 162. – La Lucertola delle muraglie (*Podarcis muralis*).

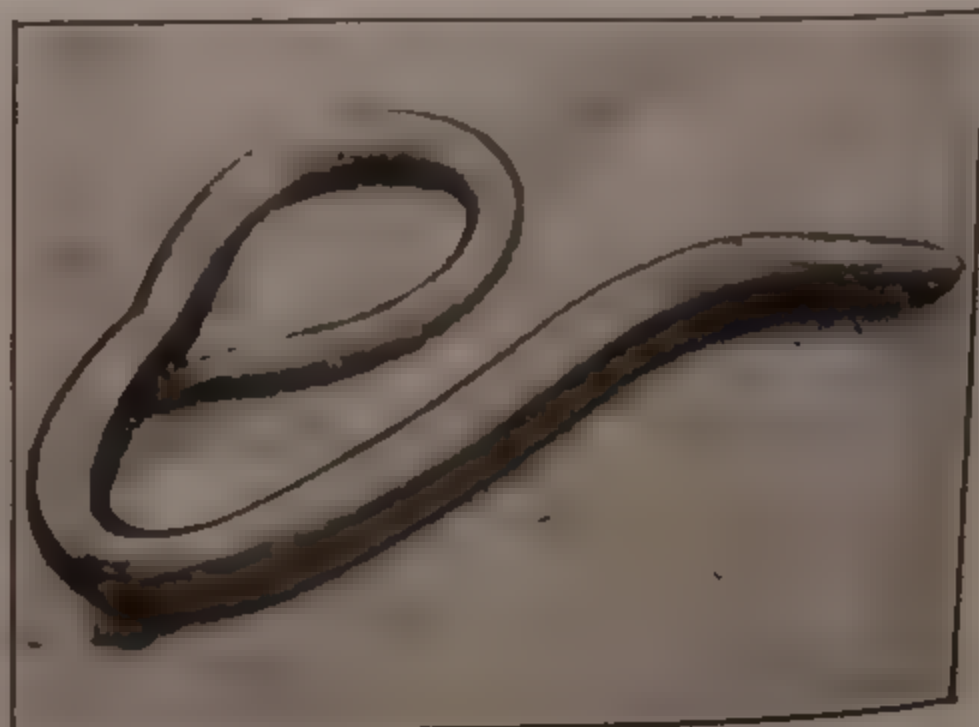



Fig. 163 – L'Orbettino (*Anguis fragilis*) (Lungo fino a 40 cm.).

[illegible] **Geco comune o Tarantola dei muri**. Il **Drago volante** delle Isole della Sonda, è munito di paracadute, organo formato dalla pelle tenuta distesa da alcune [illegible]

Fig. 164. – L'Iguana comune dell'America tropicale (*Iguana tuberculata*). (È lungo circa 2 metri)

SERPENTI. – Caratteristica dei serpenti è la mancanza di arti, anteriori e posteriori, per cui i movimenti di locomozione sono determinati dalle *coste* che numerosissime stanno unite alle vertebre e non sono saldate in avanti (fig. 167), poichè manca lo *sterno*.

La Vipera (figg. 168, 169) ha capo triangolare con scudi piccoli superiormente, cui segue un collo distinto. Gli occhi sono senza palpebre e con la pupilla verticale. La lingua è lunga, bifida, ed è organo tattile. Nella mascella superiore porta due denti lunghi ricurvi e cavi internamente: sono i *denti del veleno* (fig. 170). Infatti essi comunicano con una ghiandola velenifera posta nel capo, e di essi la Vipera si serve allorchè vuole uccidere la preda nella quale col morso inietta il veleno. La bocca è enorme e

Fig. 165. – Il Camaleonte (*Chamaeleon vulgaris*). (Lunghezza circa 30 cm. di cui 10 appartenenti alla coda).

Fig. 166. – Geco macchiettato dell'oriente (*Gecko verticillatus*). (Lunghezza circa 30 cm.).

Fig. 167. – Scheletro di Serpente.

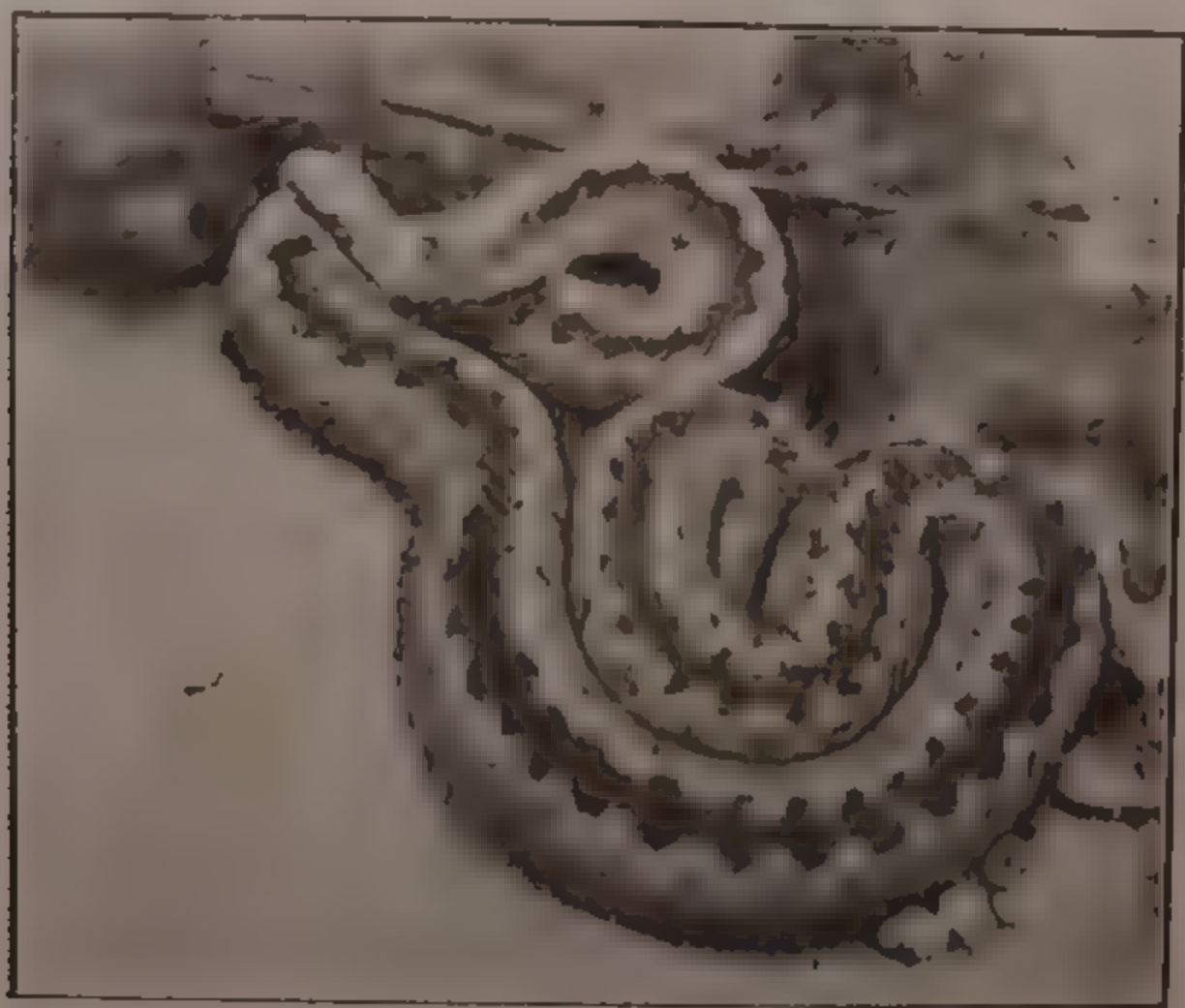



Fig. 168. – Marasso palustre (*Vipera berus*).

inghiotte intera la preda senza masticarla; perciò la digestione è lunga e laboriosa. La bocca può essere ampiamente aperta perchè l'osso mandibolare non si articola direttamente col cranio, ma indirettamente per l'interposizione di un altro osso detto *osso quadrato* (fig. 171).

La Vipera è lunga circa 60 cm. Il suo colore è variabile: generalmente grigio con striscie longitudinali irregolari nere. Vive fra i sassi e gli sterpi. D'inverno cade in letargo. È *ovoviripara*.

La morsicatura della vipera è molto pericolosa per l'uomo, e mortale se non intervengono subito le cure del caso. Ora sono molto in uso, per la loro sicura efficacia, i sieri dell' Istituto Pasteur di Parigi. In mancanza di essi serve assai bene una soluzione all'1% di permanganato di potassio o di acido cromico.

In ogni modo, in caso di pericolo occorre far uscire il sangue, allargando la ferita: legare fortemente con lacci al di sopra del punto leso, se si tratta, come per lo più avviene, di un arto, per impedire che il sangue circoli; bruciare la ferita o succhiare il sangue (salvo che non si abbiano ferite in bocca). Fare uso di eccitanti (alcool, caffè).

Altre specie di serpenti sono: la **Serpe acquaiola**, lunga oltre un metro, di colore scuro con macchie confluenti for-

manti una specie di collare (fig. 172).

Il **Biacco** o **Cervone**, il più grande dei serpenti nostrani, innocuo.

Il **Serpente degli occhiali** (*Naia tripudians*) (fig. 173), così detto per un disegno in forma di occhiali che si trova sulla nuca: in America vi è il **Serpente a sonagli** (*Crotalus durissus*) (fig. 174), così chiamato perchè all'estremo posteriore del corpo possiede degli anelli cornei, che, urtando fra loro quando l'animale muove la coda, mandano un suono particolare. Il **Serpente boa** (*Boa constrictor*) dell'America meridionale è lungo fino a 4 metri e più, non velenoso. Ravvolge la preda nelle sue spire stringendola e soffocandola.

COCCODRILLI. – La pelle verde scura è rinforzata da piastre ossee che si continuano fino sulla coda, compressa lateralmente, e della quale i coccodrilli si servono per il nuoto insieme con le corte zampe di cui le posteriori sono munite di dita, unite da una membrana. Il **Coccodrillo** ha l'aspetto di una gigantesca lucertola. La bocca è ampia e fornita di robusti denti conici (fig. 175).

Nei fiumi dell'Africa vive il **Coccodrillo africano**; in quelli dell'India il **Gaviale** dal muso allungato (fig. 176), e in quelli dell'America settentrionale l' **Alligatore**

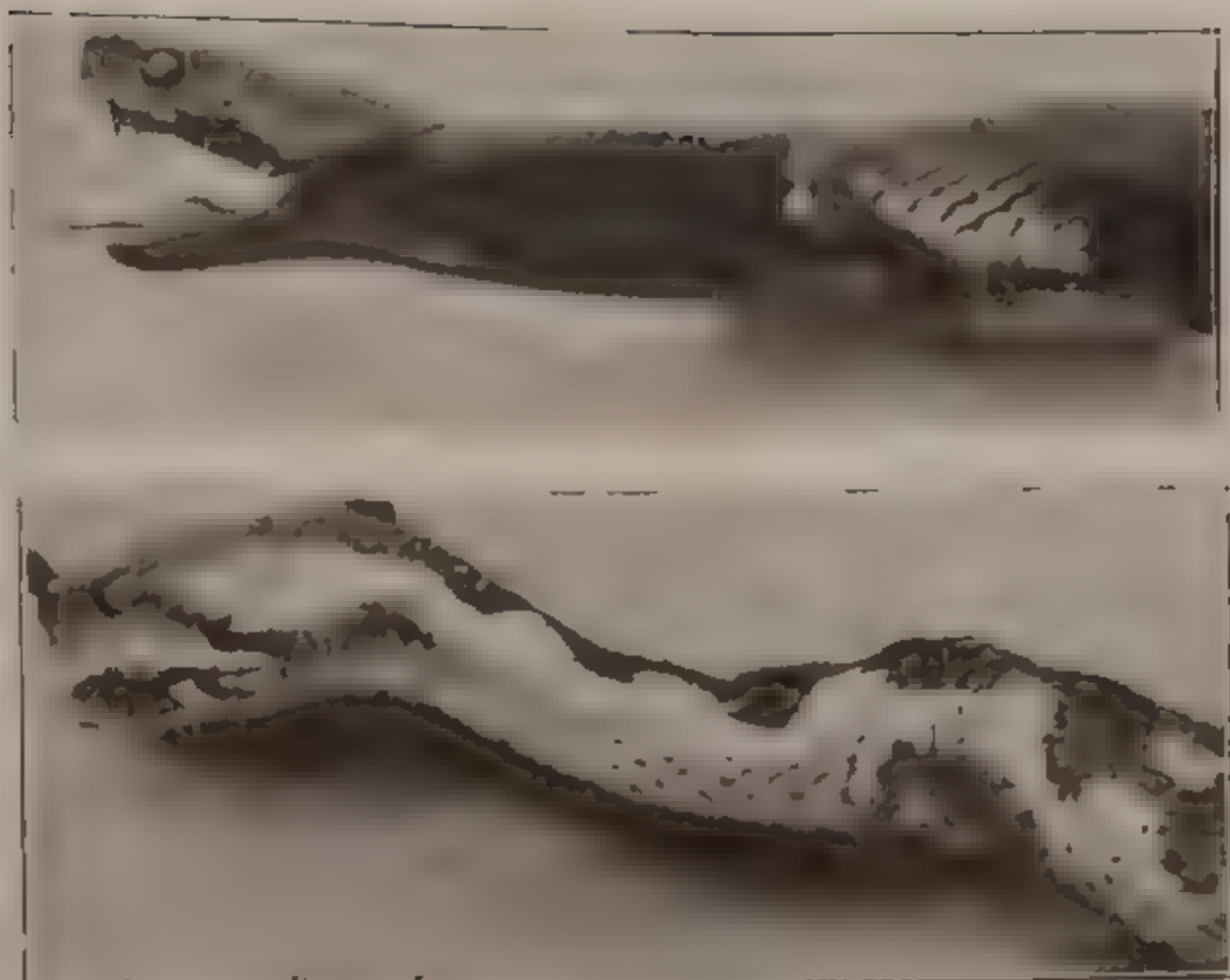



Fig. 169. – Sopra: *Vipera berus*; sotto: *Vipera ammodytes* o Vipera del corno

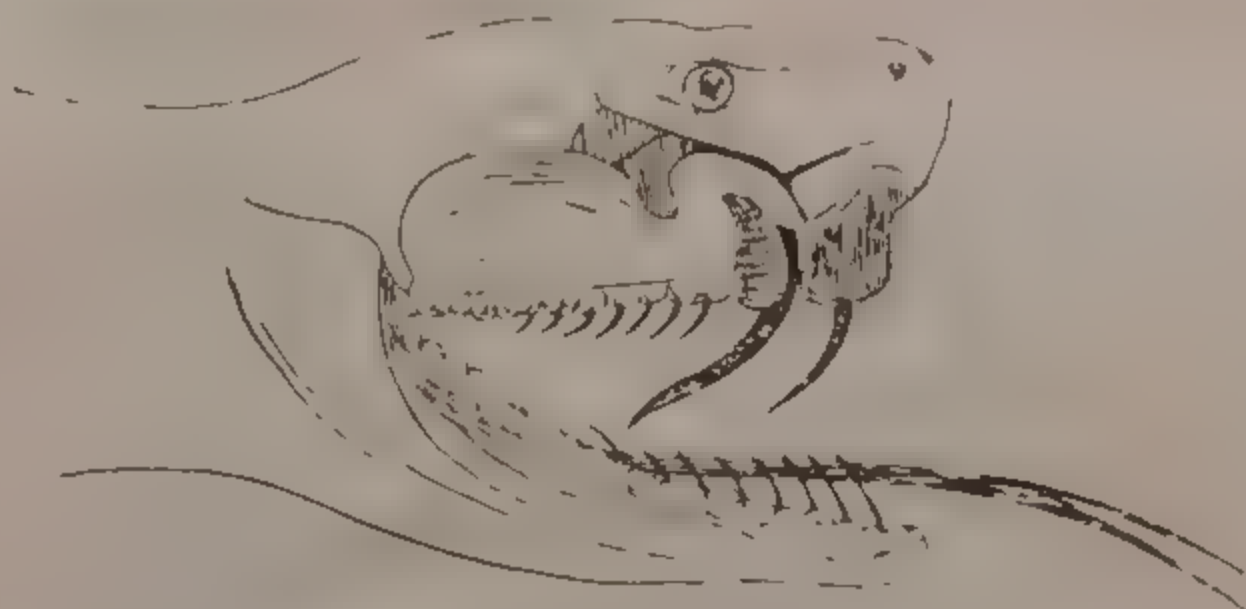



Fig. 170. Testa di Vipera coi denti del veleno molto ingranditi.

Fig. 171. – Cranio di Vipera.

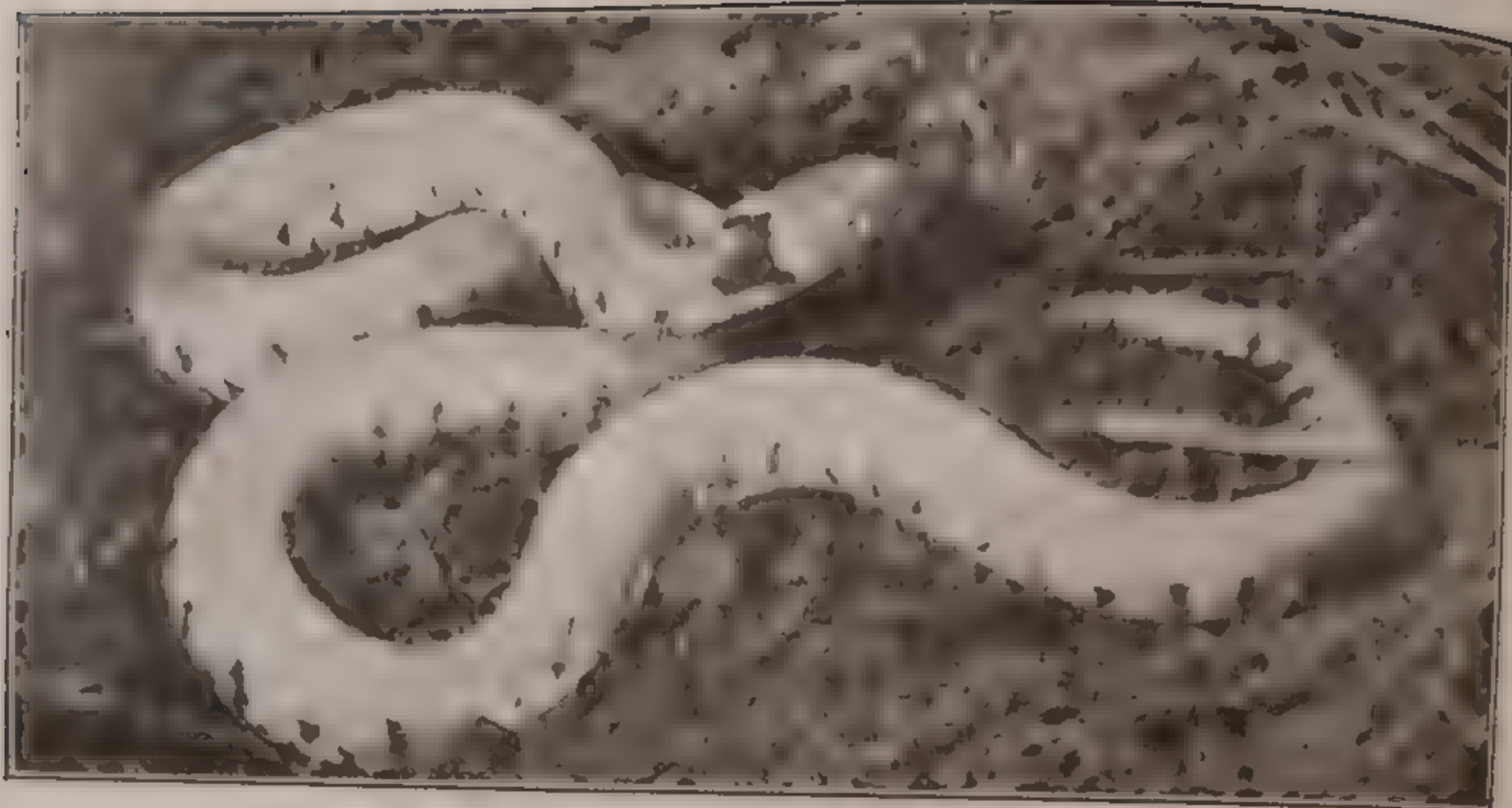



Fig. 172. – La Serpe acquaiola (*Tropidonotus natrix*).

Fig. 173. – *Naja tripudians.* (Lunghezza da m. 1,50 a 2).

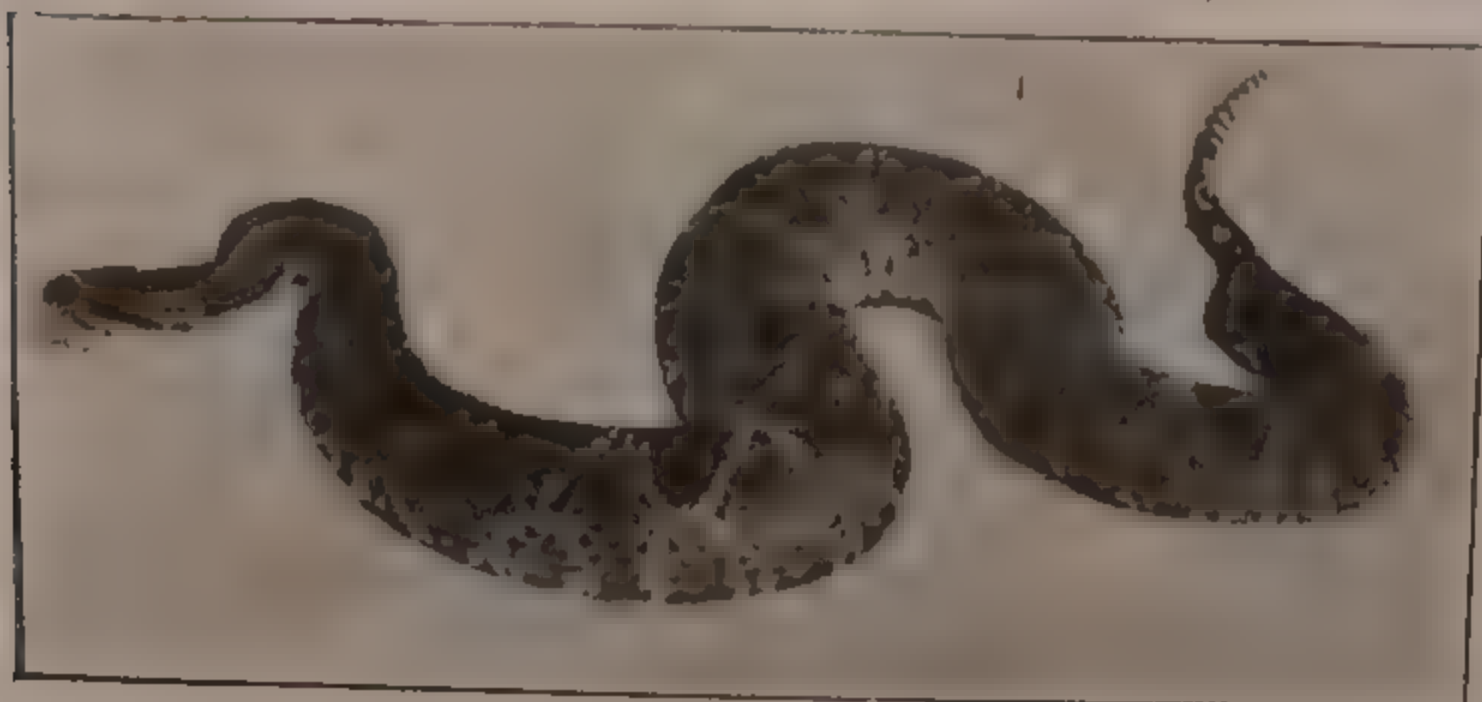



Fig. 174. – Il Serpente a sonagli (*Crotalus durissus*).
Il più terribile rettile del Brasile. (È lungo m. 1,35).

o **Caimano**, che può raggiungere la lunghezza di circa quattro metri.

TARTARUGHE o TESTUGGINI. – Il corpo delle testuggini è racchiuso in una corazza ossea in cui si distingue uno *scudo (carapace)* superiormente e un *piastrone* inferiormente. Nella parte anteriore questa corazza è aperta e lascia sporgere la testa e le zampe anteriori; posteriormente è pure aperta e ne sporgono le zampe posteriori e la coda; ma questi organi possono essere ritirati entro la corazza protettrice in caso di pericolo. La bocca, priva di denti, è munita di mascelle taglienti. Lamine

Fig. 176.
Il Gaviale
(*Gavialis gangeticus*).
(Arriva a 5 m. di lung. totale).

Fig. 177.
Testuggine terrestre
(*Testudo graeca*).
(Circa $^1/_3$ grand.nat.).
(Foto Vandoni).

Fig. 178. – Testuggine marina.

cornee rivestono lo scudo superiormente e forniscono la *tartaruga del commercio*

Le due specie nostrane sono la **Testuggine greca o terrestre** (fig. 177) a colore giallo macchiato di nero e la *Testuggine palustre* (*Emys europaea*) verde nerastra, abitatrice degli stagni e delle paludi, atta al nuoto.

Le Testuggini marine (figg. 178, 179) raggiungono lunghezze fino a un metro e più, e hanno le zampe simili a pinne, delle quali si valgono per nuotare. Depongono le uova sulla costa e nascondono il nido con sabbia. **La Mida** abita le zone tropicali e subtropicali.

Fig. 179. – Testuggine marina (*Mida*) (*Chelone mydas*).
(Può giungere al peso di 450 Kg.).

Quarta Classe: ANFIBI

Caratteri generali. – Gli *Anfibi* hanno pelle nuda, sottile, non protetta nè da peli, nè da squame, nè da scaglie. Caratteristica degli Anfibi è la *metamorfosi* (figg. 180, 181) per cui da giovani questi animali sono adattati a vivere nell'acqua e respirano per *branchie*, e da adulti respirano per polmoni, conservando attiva però anche la respirazione *cutanea*. Caratteristica è pure la conformazione dello scheletro negli Anfibi anuri (fig. 182), specie per quanto riguarda le ossa del bacino. Hanno, allo stato adulto, circolazione del sangue *doppia e incompleta*, essendo il cuore costituito da due orecchiette e da un ventricolo solo, nel quale si mescola sangue arterioso e sangue venoso (come nei Rettili). La temperatura del corpo è *variabile* (animali *eterotermi*). Quasi tutti sono *ovipari*.

Anfibi anuri. – **Rana** (*Rana esculenta*) Ha pelle nuda, umidiccia, contenente molte ghiandole che secernono *muco*, e di colore generalmente verde con macchie scure nelle parti superiori e biancastre nelle parti inferiori. La pelle

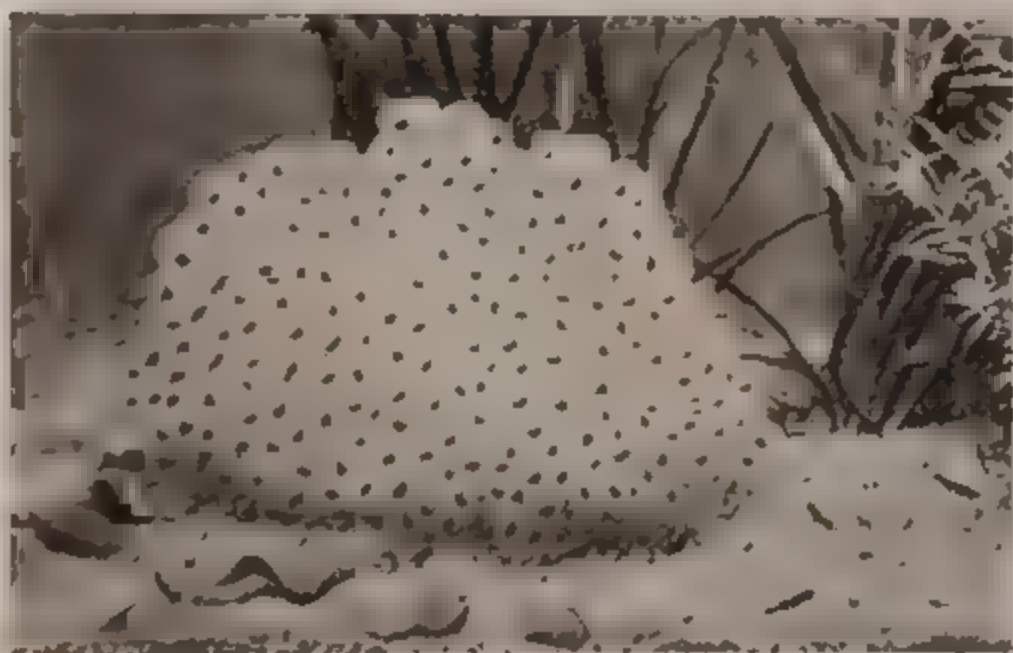
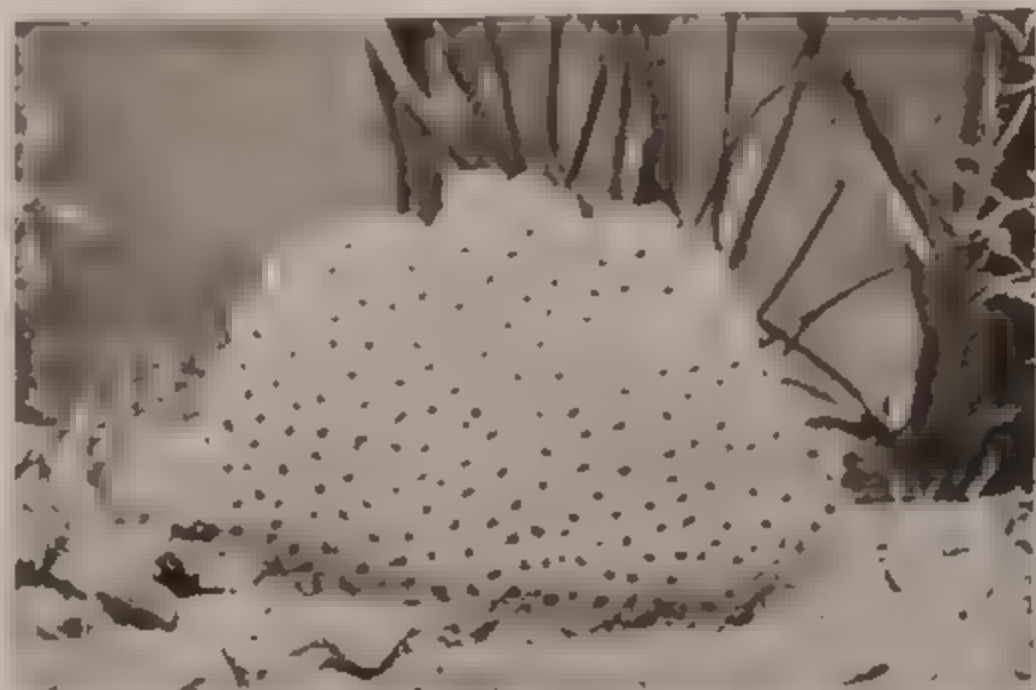
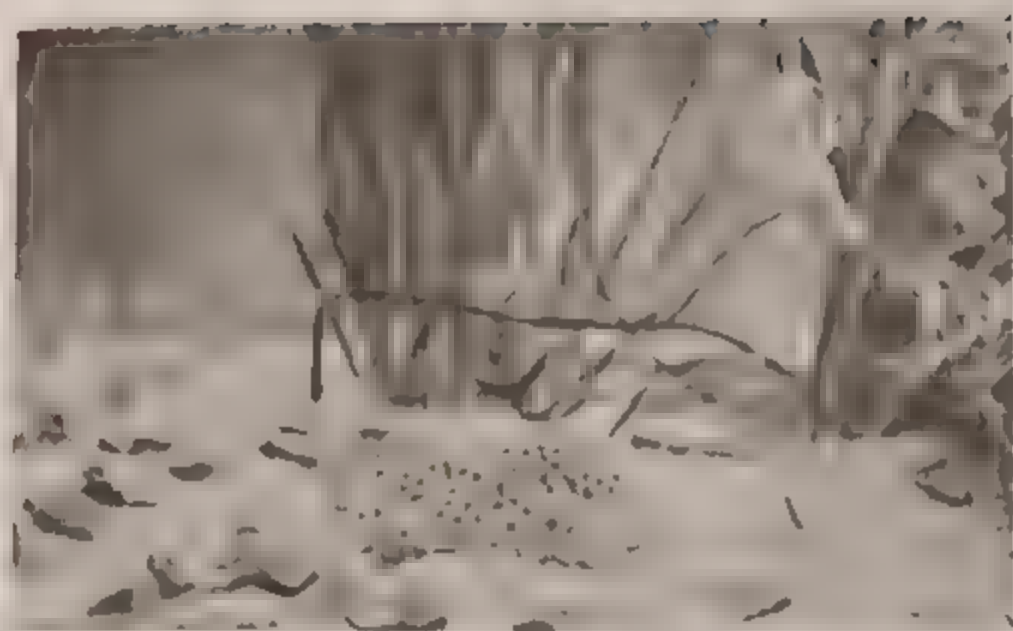



Fig. 180. – Sviluppo delle uova di Rana verde.

contribuisce in modo notevole alla respirazione, giacchè a questa non sono sufficienti i polmoni, nei quali l'aria è introdotta non con movimenti del torace, ma con un atto di *deglutizione*. Possiede 4 arti con dita alle estremità posteriori munite di membrana. Le zampe di dietro sono più lunghe di quelle anteriori. La rana è perciò adatta al *nuoto* e al *salto*.

Gli occhi grandi, sporgenti, sono forniti di palpebre. Fra gli occhi e gli angoli della bocca si trovano delle macchie in forma di disco, corrispondenti alla membrana del timpano.

La rana vive lungo i margini dei fossi e presso le sponde dei maceri e degli stagni, cibandosi di insetti, chiocciole, piccoli pesci, che afferra con la lingua bifida attaccata in avanti e libera posteriormente. Perciò quando la rana vuole usare questa lingua la rovescia in fuori (fig. 183).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Fig.ª 181. - Uova di Rana in sviluppo e metamorfosi del girino.
1, 2, 3, 4, 5. Uova in diversi stadi di sviluppo. — 6, 7, 8. Girini con branchie esterne. — 9, 10. Girini con branchie interne. — 11. Girino con le zampe poste fuori. — 12. Girino con le quattro zampe. — 13. Giovane Rana.

Possiede denti piccoli e numerosi solo nella mascella superiore. Ai lati della bocca si trovano, nei maschi, delle vescichette (*sacchi vocali*) che servono a rinforzare la voce (*gracidare*).

La pelle nuda non consente alla rana che di vivere in prossimità dell'acqua o nei luoghi molto umidi altrimenti si disseccherebbe.

La rana appartiene all'ordine degli *anfibi anuri*, cioè *senza coda* allo stato adulto. D'inverno cade in letargo.

Altri Anfibi anuri sono: la **Rana rossa o temporaria** di colore rossastro.

Il **Rospo o Botta** (fig. 184). È più tozzo della Rana, brutto d'aspetto, ma utile assai come distruttore di insetti nocivi all'agricoltura.

La pelle ha ghiandole secernenti sostanze velenose. Se molestato si gonfia e schizza fuori un liquido non velenoso.

La **Raganella** (*Hyla arborea*). — È verde come le foglie degli alberi sulle quali aderisce mediante organi posti all'apice dilatato delle dita.

L'Ululone (*Bombinatar igneus*). — Sembra un piccolo rospo per la pelle verrucosa; ma ne differisce per il colore della parte ventrale, che è arancione con macchie turchine.

La **Rana muggente** (*Rana mugiens*). — È specie americana, lunga fino a 25 cm., caratteristica per l'emissione della sua voce che somiglia al muggito dei buoi.

Fig. 182. — Scheletro di Rana.
a) angolo toracico; *b*) vertebra sacrale; *c*) urostilo; *d*) ileo; *e*) coccige.

ANFIBI URODELI. — **Salamandra pezzata** (fig. 185). Anfibio somigliante ad una lucertola per il corpo allungato e le zampe corte, sebbene diverso per il colore, e per altri caratteri, fra i quali le zampe posteriori un poco più lunghe delle anteriori.

Il colore è nerastro con macchie gialle. La pelle è ricca di ghiandole mucose, che secernono una sostanza bianca quando l'animale è molestato, velenosa, e che può produrre la morte se ingerita, irritazione se viene a contatto con le mucose, e capace di dare forti e gravi infiammazioni se viene portata agli occhi. La Salamandra vive sulla terra, e si trova fra le erbe, specie dopo le piogge. Nell'acqua si sviluppano le sue larve.

Fig. 183. — Lingua prensile della Rana.

Subisce metamorfosi come la rana, ma non ha branchie interne e conserva la coda anche allo stato adulto, ciò che è caratteristico degli *anfibi urodeli*. Passa l'inverno in letargo.

Si nutre di vermi, insetti, chiocciole e lumache.

Nelle Alpi si trova la **Salamandra nera**, vivipara.

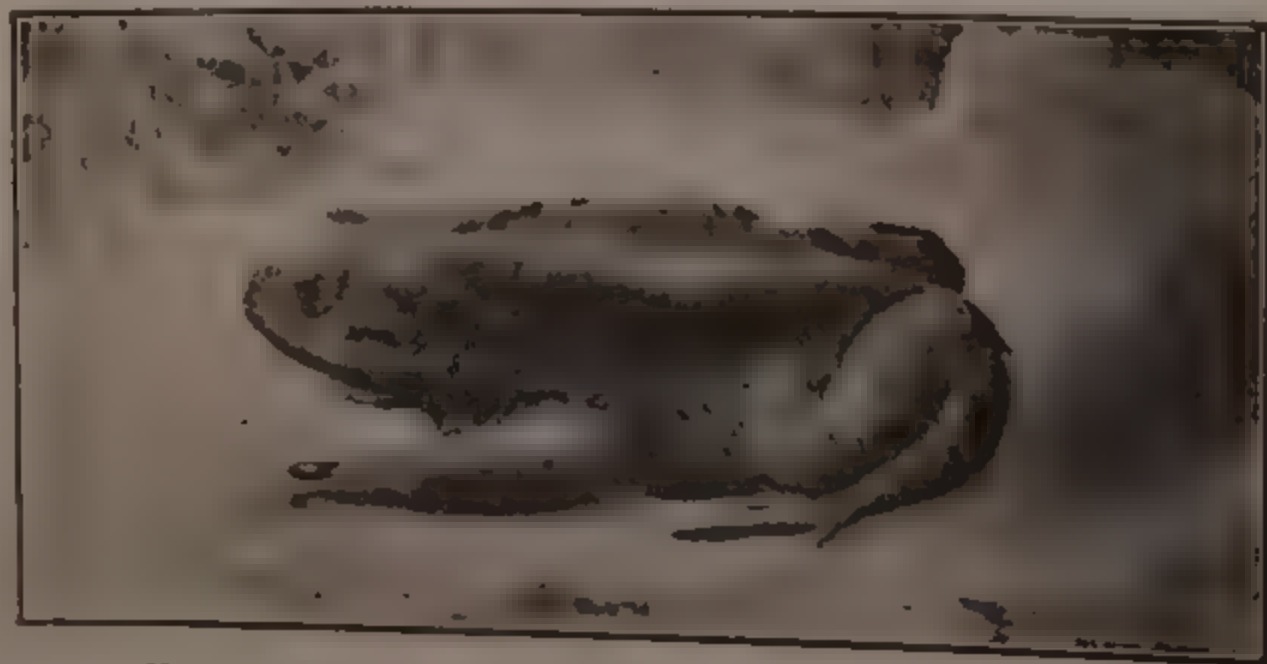



Fig. 184. — Rospo (*Bufo vulgaris*). (Fot. Vandoni).

Fig. 185. — Salamandra pezzata (*Salamandra maculosa*). (Lung. circa 20 cm.).

I *Tritoni* sono Salamandre acquatiche, delle quali alcune specie comuni nelle nostre acque stagnanti e di lento corso.

Il **Tritone comune** (*Triton cristatus*) (fig. 186) è di colore verdastro di sopra, e arancione con macchie nere di sotto. La coda è compressa, e in primavera al maschio cresce lungo il dorso la cresta cutanea. Viene a galla ogni tanto per respirare.

Fig. 186. – Tritoni comuni (*Molge cristatus*). (Lung. da 8 a 12 cm.).

Nelle acque sotterranee e buie del Carso (*Grotte di Postumia*) vive il **Proteo** (fig. 187), che ha occhi rudimentali, branchie esterne permanenti anche allo stato adulto, zampe corte ed esili, coda lunga e compressa.

Quinta Classe: PESCI

I Pesci sono animali adattati a vivere nell'acqua. Infatti hanno il corpo schiacciato lateralmente e fornito di forte muscolatura laterale in rapporto con la *pinna codale*, che serve loro appunto da organo propulsore del nuoto. Delle altre pinne le *impari* (*dorsali* e *anale*) servono per l'equilibrio del corpo,

Fig. 187. – Proteo (*Proteus anguineus*). (È lungo 25-30 cm.).

mentre le *pari* corrispondono agli arti anteriori e posteriori degli altri Vertebrati, e sono dette *pettorali* le anteriori e *ventrali* le posteriori (fig. 188) e servono come timoni di direzione.

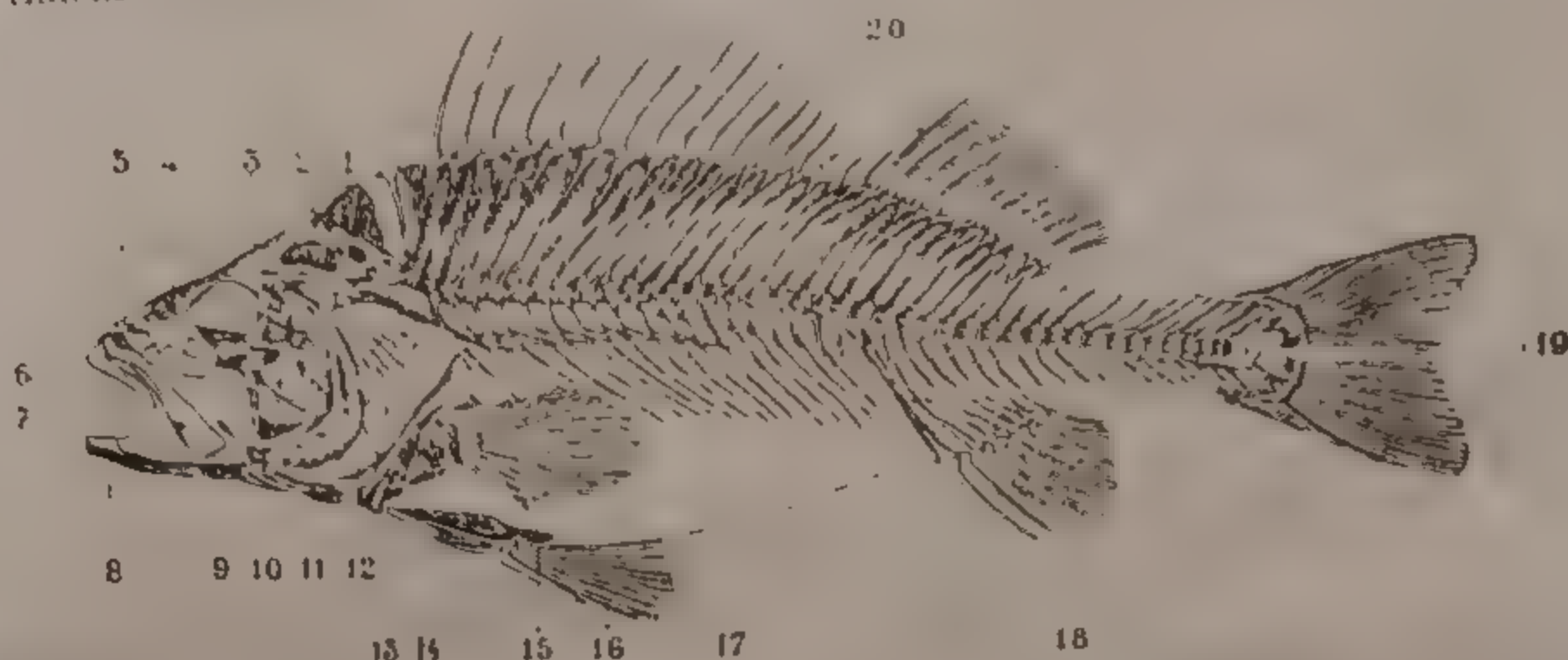



Fig. 188. – Scheletro della Perca.

1. Occipitale superiore. — 2. Epiotico. — 3. Frontale. — 4. Etmoide laterale. — 5. Etmoide mediano. 6 Premascellare. — 7 Mascellare. — 8 Dentale. — 9. Articolare — 10 Quadrato. — 11 Preopercolo 12. Interopercolo. — 13. Opercolo. — 14. Subopercolo. — 15. Pinna pettorale. — 16. Pinna ventrale. 17. Costole. — 18. Pinna anale. — 19. Pinna caudale. — 20. Pinne dorsali.

La pelle è ricoperta da *squame*, disposte ad *embrice*, cioè ricoprentisi a guisa delle tegole di un tetto, o da *scudetti* ossei. Respirano per *branchie* che sono in comuni-

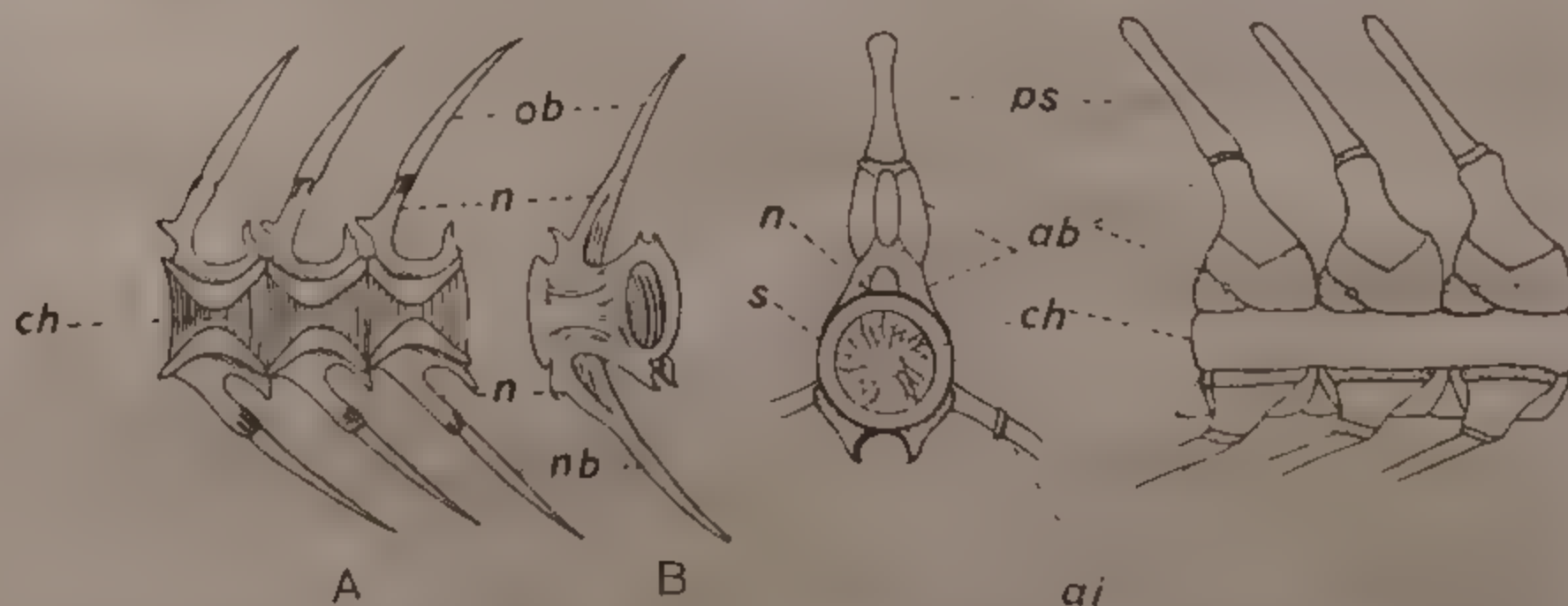



Fig. 189 – Vertebre caudali di una Carpa. (Da Hertwig)

A sezione longitudinale, *B*, Una singola vertebra; *ob* arco superiore (neurale), *nb* arco inferiore, *n*, canale neurale, *ch* cavità che racchiude i residui della corda dorsale

Fig. 190. Un pezzo della colonna vertebrale dello Storione veduta lateralmente e in sezione trasversale. (Da Hertwig).

ps, processi spinosi; *ab* archi superiori; *ai*) archi inferiori, *ch* corda dorsale; *s* guaina della corda; *n*) canale neurale.

cazione con l'esterno e, generalmente, sono protette da un *opercolo* ai lati del capo. Infatti sollevando l'opercolo si vedono le branchie in forma di lamelle rosse riccamente vascolarizzate, sostenute da pezzi scheletrici (*archi branchiali*). Nei Selaci le branchie comunicano con l'esterno per mezzo di fessure (*fessure branchiali*). L'acqua

entra per la bocca ed esce per le fessure o dall'opercolo, bagnando così sempre
Hanno lo scheletro o tutto *cartilagineo* (*Selaci*) o *in parte cartilagineo e in parte osseo* (*Ganoidi*) o tutto *osseo* (*Teleostei*). Il corpo delle vertebre dei Pesci è di solito concavo anteriormente e posteriormente (vertebre *anficeli*) (figg. 189, 190). La circolazione del sangue è *semplice* e *completa*, vale a dire che il cuore è formato di due sole cavità: orecchietta e ventricolo, e il sangue venoso che proviene dalle diverse parti del corpo passa nell'orecchietta e quindi nel ventricolo per essere inviato alle branchie dove si ossigena (fig. 191). Sono animali *eterotermi*. Hanno occhi per lo più mancanti di palpebre, mancano nella maggior parte di orecchio esterno e medio, il naso è formato da due fossette a fondo cieco, non in rapporto con la respirazione. Sviluppato è l'organo di senso del tatto, specie nei cirri che circondano la bocca. Caratteristica è la così detta *linea laterale*. Si tratta di *organi di senso speciali* disposti in linee determinate e che servono per indicare ai Pesci la direzione e la intensità delle correnti e i movimenti dell'acqua.

Fig. 191. — Schema della circolazione del sangue nei Pesci
a. Atrio; v. Ventricolo

Ad esclusione dei *Selaci*, si trova nel corpo di quasi tutti i Pesci una vescica piena d'aria: la *vescica natatoria* (fig. 192), la quale in alcuni Pesci (*Fisoclisti*) non comunica con il tubo

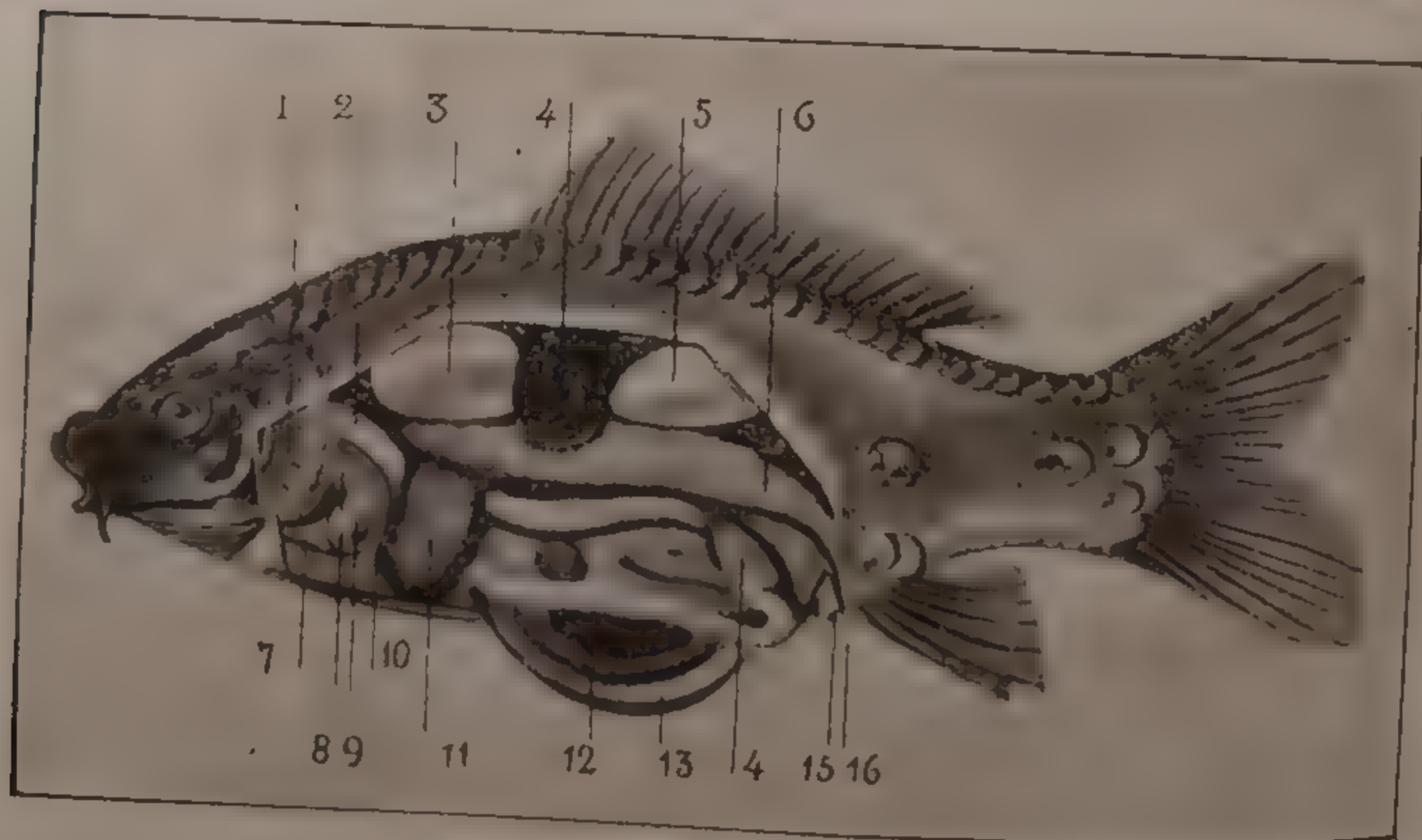



Fig. 192. — Anatomia della Carpa.
1. Branchie. — 2. Intestino anteriore. — 3. Vescica natatoria anteriore. — 4. Reni. — 5. Vescica natatoria posteriore. — 6. Ovario. — 7. Bulbo arterioso. — 8. Orecchietta. — 9. Ventricolo. — 10. Specie di diaframma che divide la cavità del corpo in due parti: l'anteriore più piccola, per il cuore, e la posteriore per gli altri visceri. — 11 e 14. Fegato. — 12. Milza. — 13. Intestino. — 15. Ano. — 16. Foro genitale ed escretore.

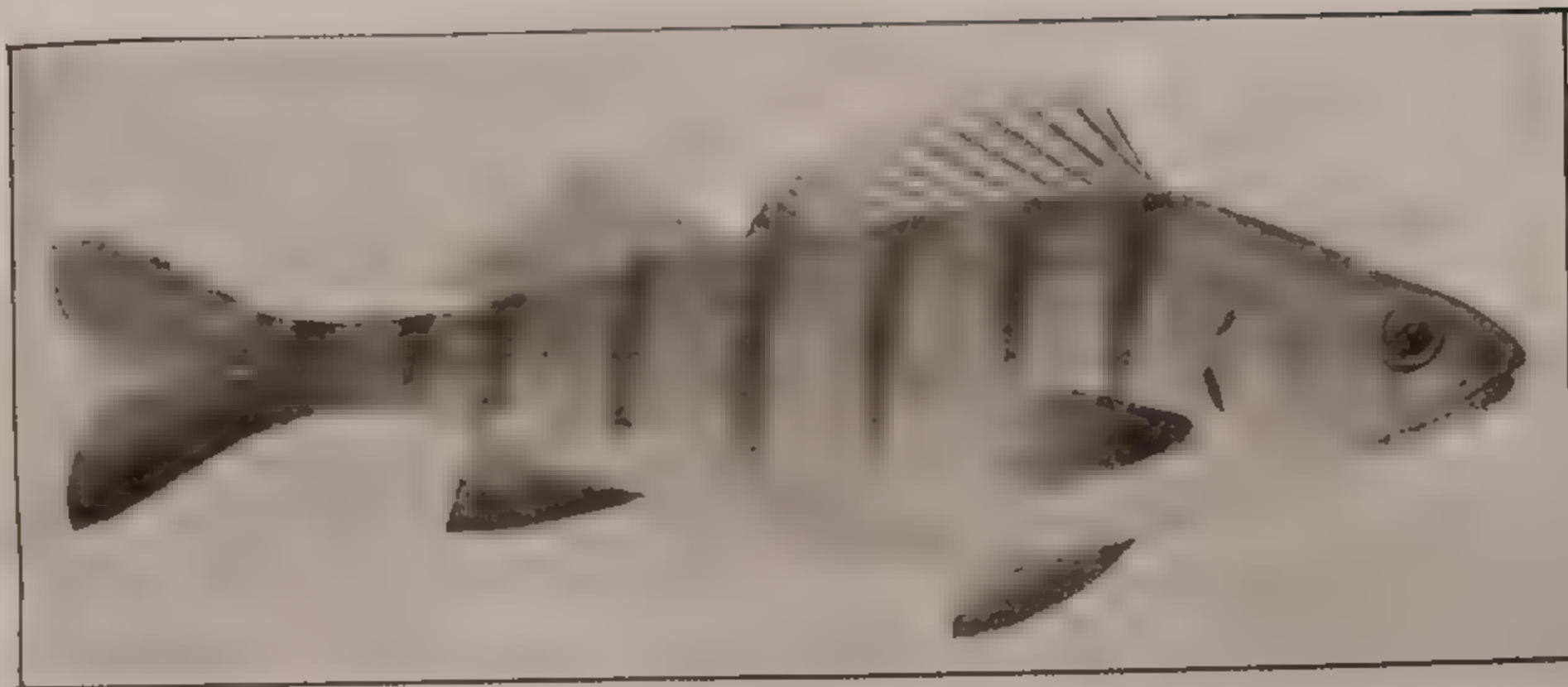



Fig. 193. – Perca o pesce Persico (*Perca fluviatilis*). (Lungo 30 e fino a 40 cm.).

esofago), in altri (*Fisostomi*) sta in comunicazione con esso mediante un canale o *condotto pneumatico*. Questa vescica funziona da organo *idrostatico* nel senso che se il gas interno, proveniente da speciali organi (*corpi rossi*) contenuti nella parete della vescica, viene compresso, l'animale diventa specificamente più pesante e discende al fondo, se invece si dilata, il corpo diviene più leggero e sale verso la superficie. Però è da notarsi che i Selaci possono egualmente spostarsi in basso ed in alto, pur non avendo vescica

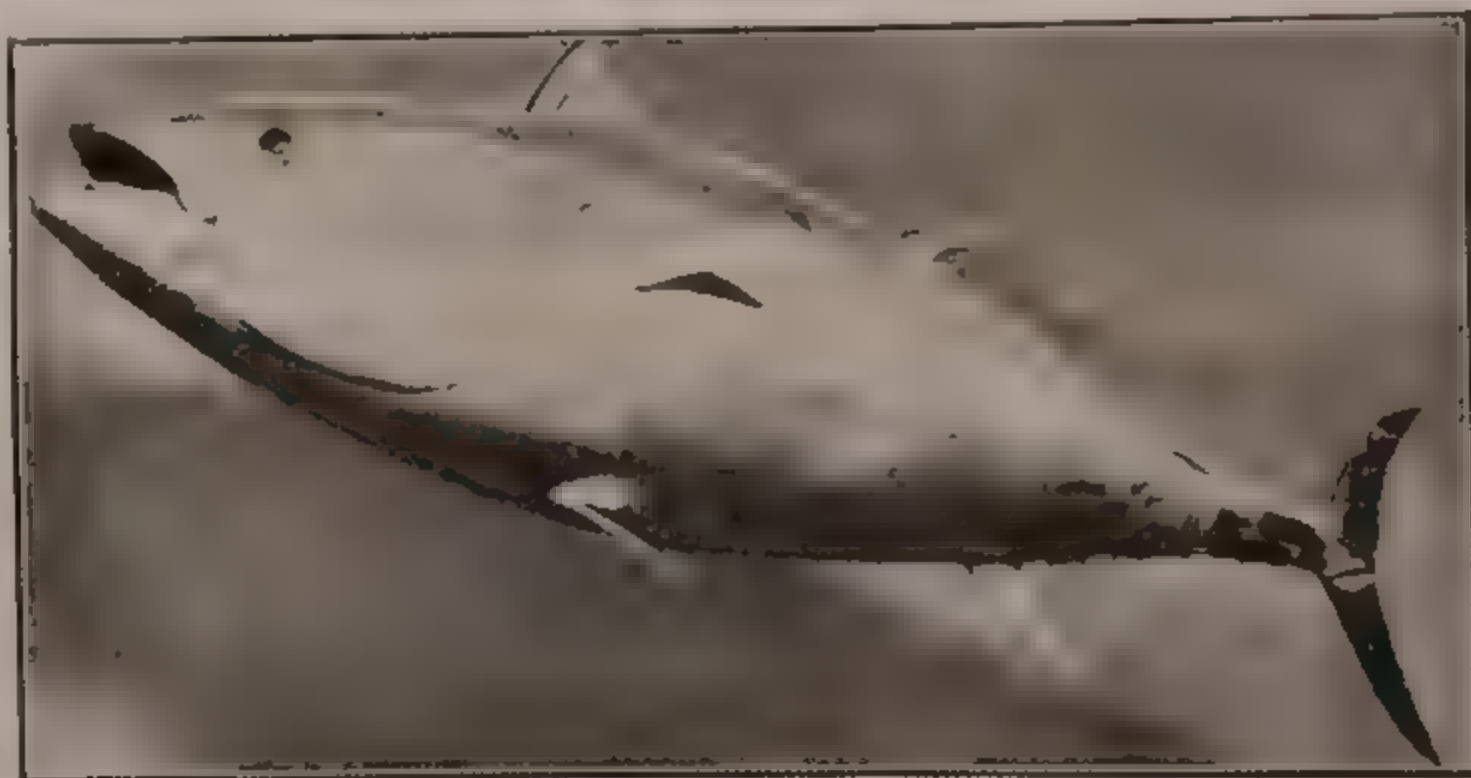



Fig. 194. – Tonno rosso (*Thynnus Thynnus*) (Lung. 2, 3 e talora 5 m[illegible]).

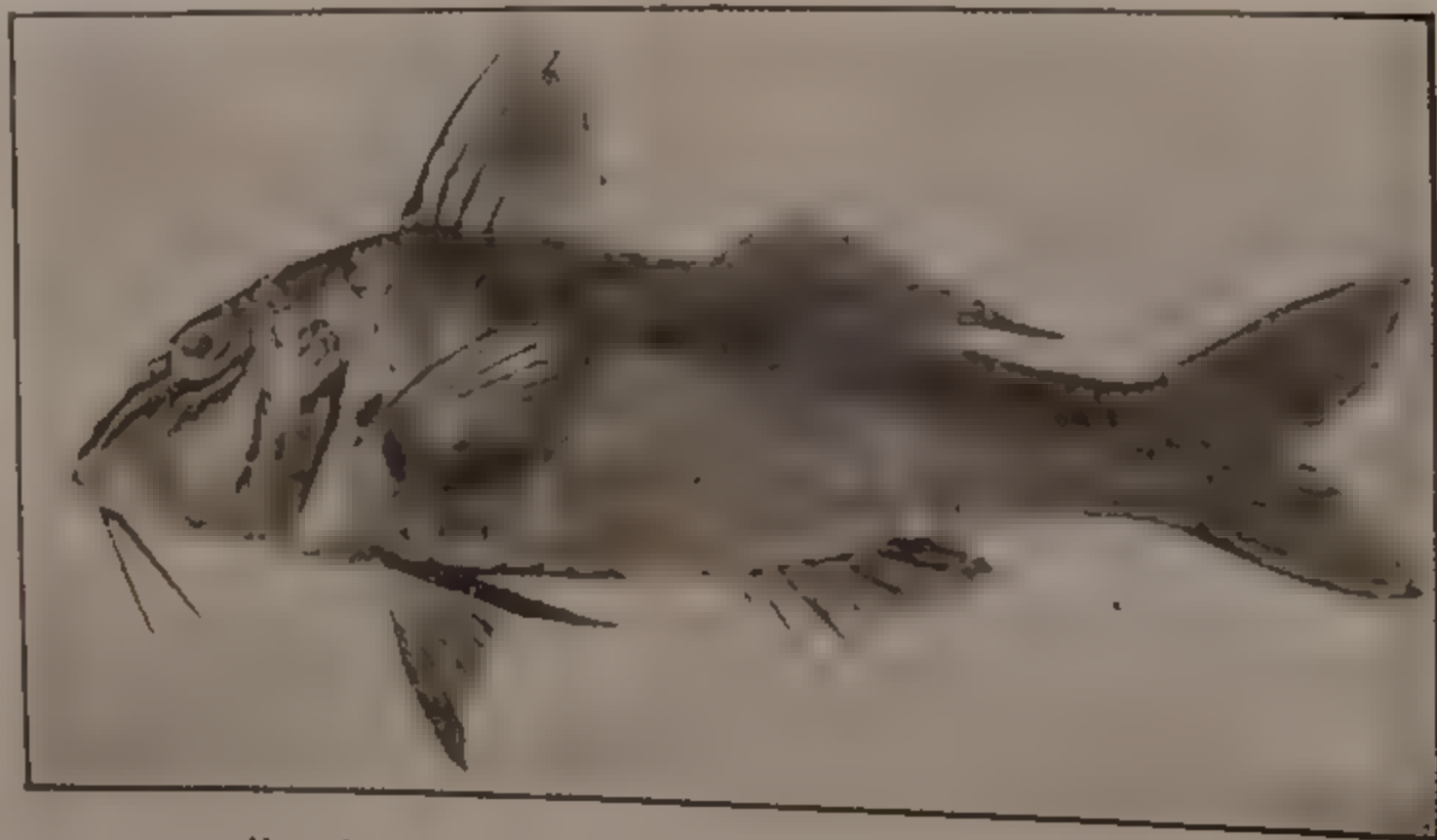



Fig. 195. – Triglia maggiore (*Mullus surmuletus*).

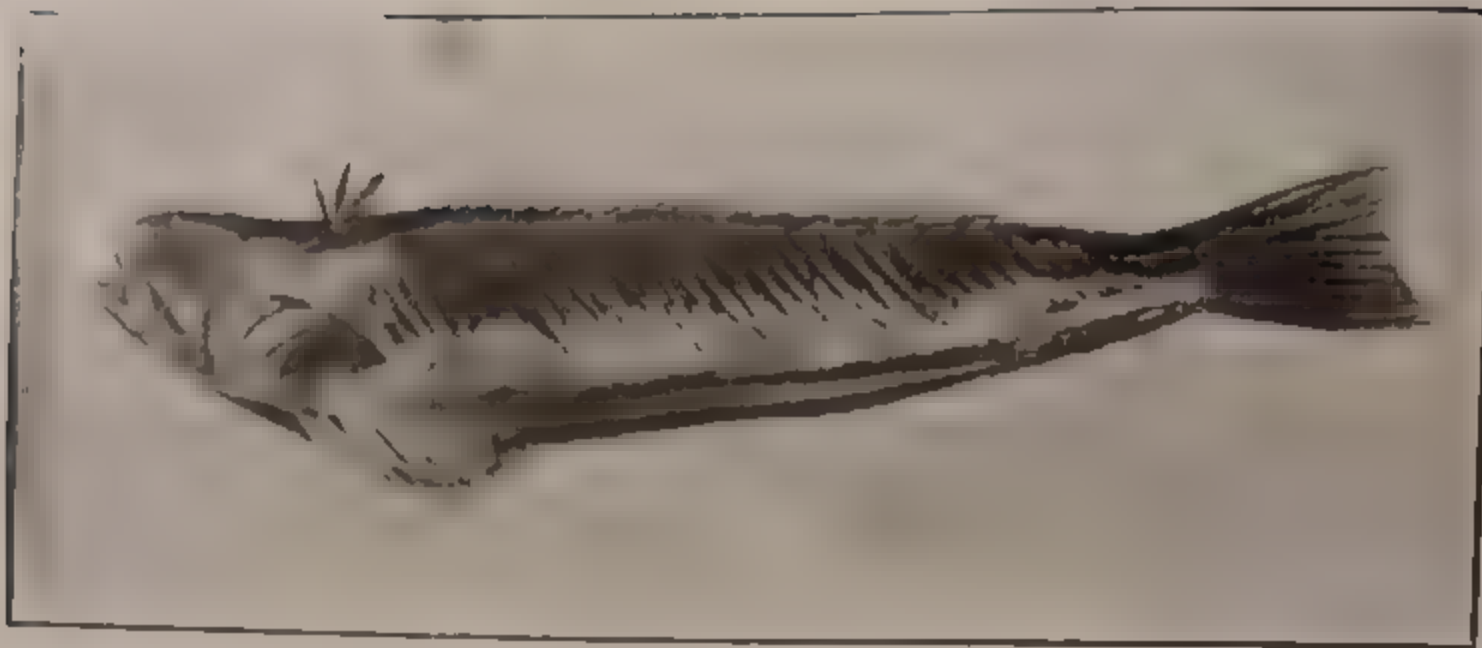



Fig. 196. – Pesce Ragno (*Trachinus draco*). (Poco meno della grand. naturale).

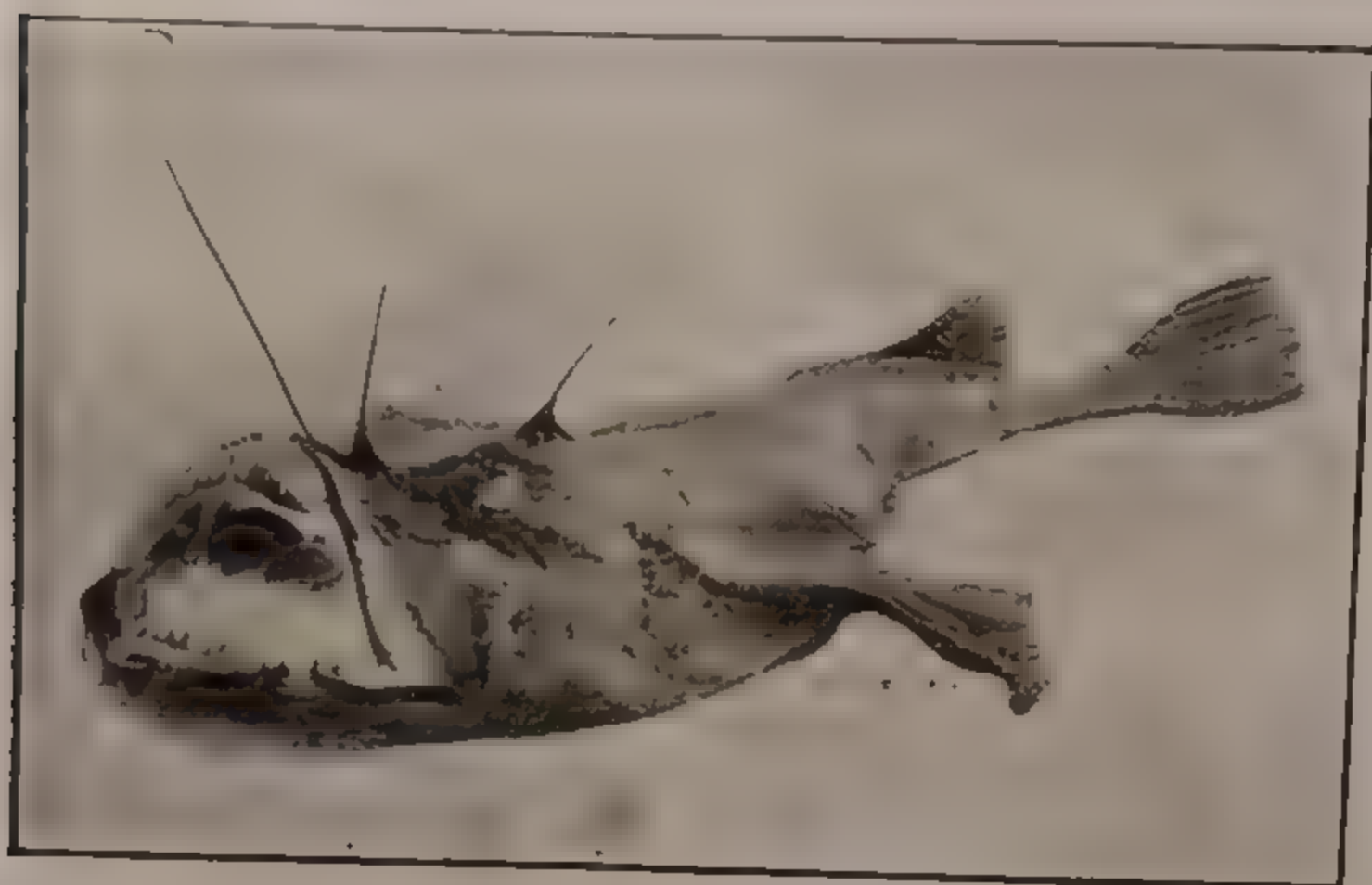



Fig. 197. – Rana pescatrice (*Lophius piscatorius*). (Lunghezza circa 60 cm.).

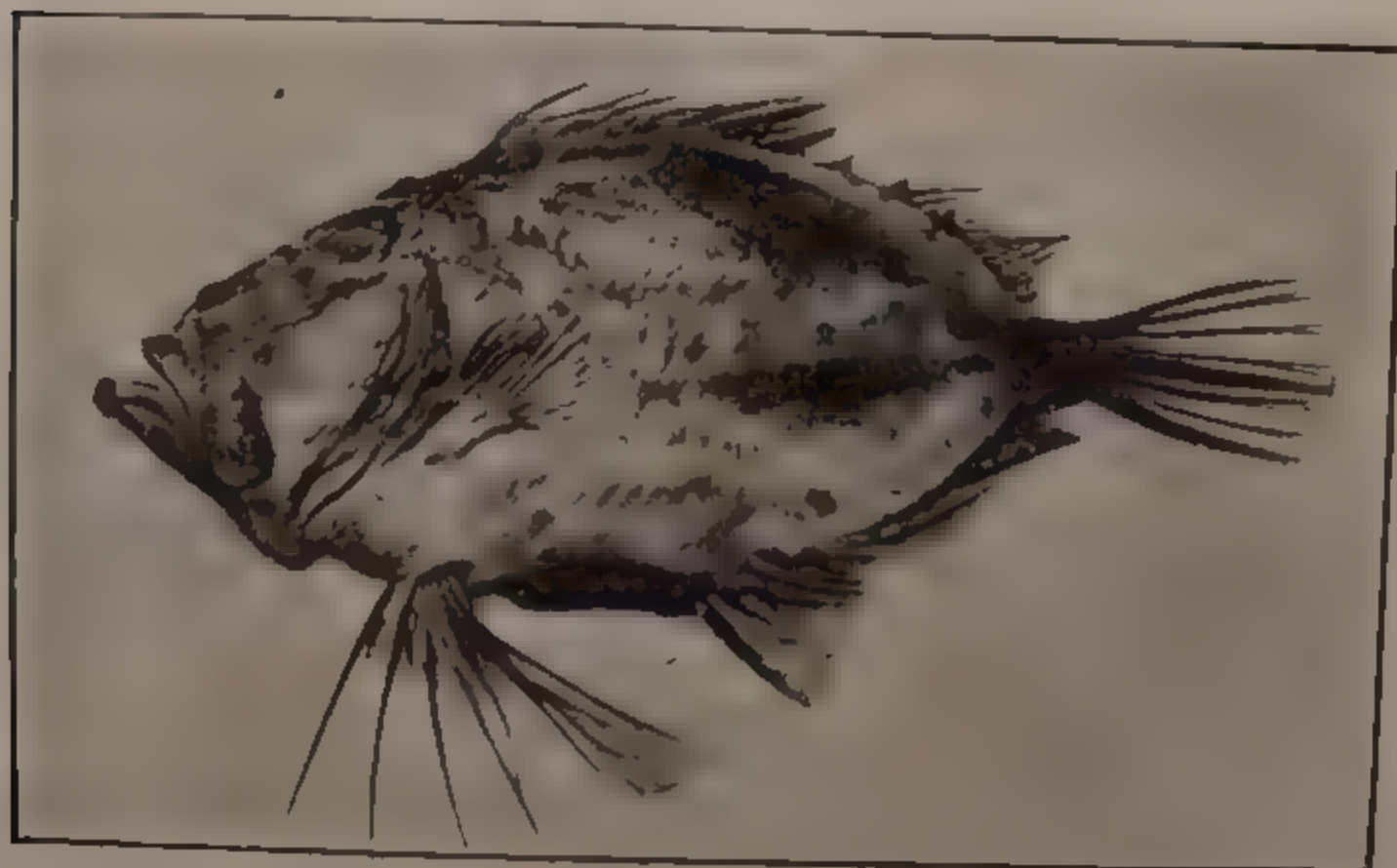



Fig. 198 – Pesce San Pietro (*Zeus faber*). (Lunghezza circa 50 cm.).

natatoria. In alcuni Pesci la vescica natatoria funziona anche da organo *respiratorio* in quei casi in cui temporaneamente è sospesa la funzione delle branchie, come avviene nei Dipnoi.

I Pesci hanno organi sessuali separati e la fecondazione avviene esternamente.

Le femmine producono talora quantità enormi di uova. Per lo più sono *ovipari* od *ovovivipari*.

I *Pesci* comprendono i seguenti ordini: *Teleostei, Ganoidi, Selaci, Dipnoi*.

TELEOSTEI. *Pesci con scheletro osseo e branchie ricoperte da un opercolo.* – **Perca** (fig. 193). La Perca ha un colore giallo-verdastro con fasce brune trasversali e riflessi dorati. Le pinne pettorali tendono al giallo; le ventrali e l'anale al rosso.

Ha coda a lobi eguali.

Fig. 199. – Aringa dagli occhi di bue. ($^1/_4$ della gr. naturale).

La pelle è coperta da *squame* disposte ad embrice.

Ha due pinne impari dorsali, delle quali l'anteriore è munita di raggi forti e appuntiti e una anale. Vive nelle acque dolci sui fondi fangosi e coperti di vegetazione.

Tonno (fig. 194). Lungo di solito da 3 a 5 metri e del peso di 50-300 Kg. Ha delle piccole pinne (*false pinne*) poste fra la seconda dorsale e l'anale. La pinna codale è fatta a mezzaluna. La pelle è liscia, di colore azzurro cupo di sopra, biancastra di sotto. Il corpo ha forma compressa ed è assottigliato posteriormente. Vive nel Mediterraneo in branchi numerosissimi e gli si dà caccia attivissima nelle così dette *tonnare*, in primavera, quando esso si avvicina alla costa della Sicilia e della Sardegna, per la deposizione delle uova (fig. 215).

Fig. 200. – Il Rombo comune (*Rhombus maximus*) (Lunghezza in media 40 cm., talvolta il doppio)

Altri Teleostei. **Il Pesce spada** (*Xiphias gladius*) ha

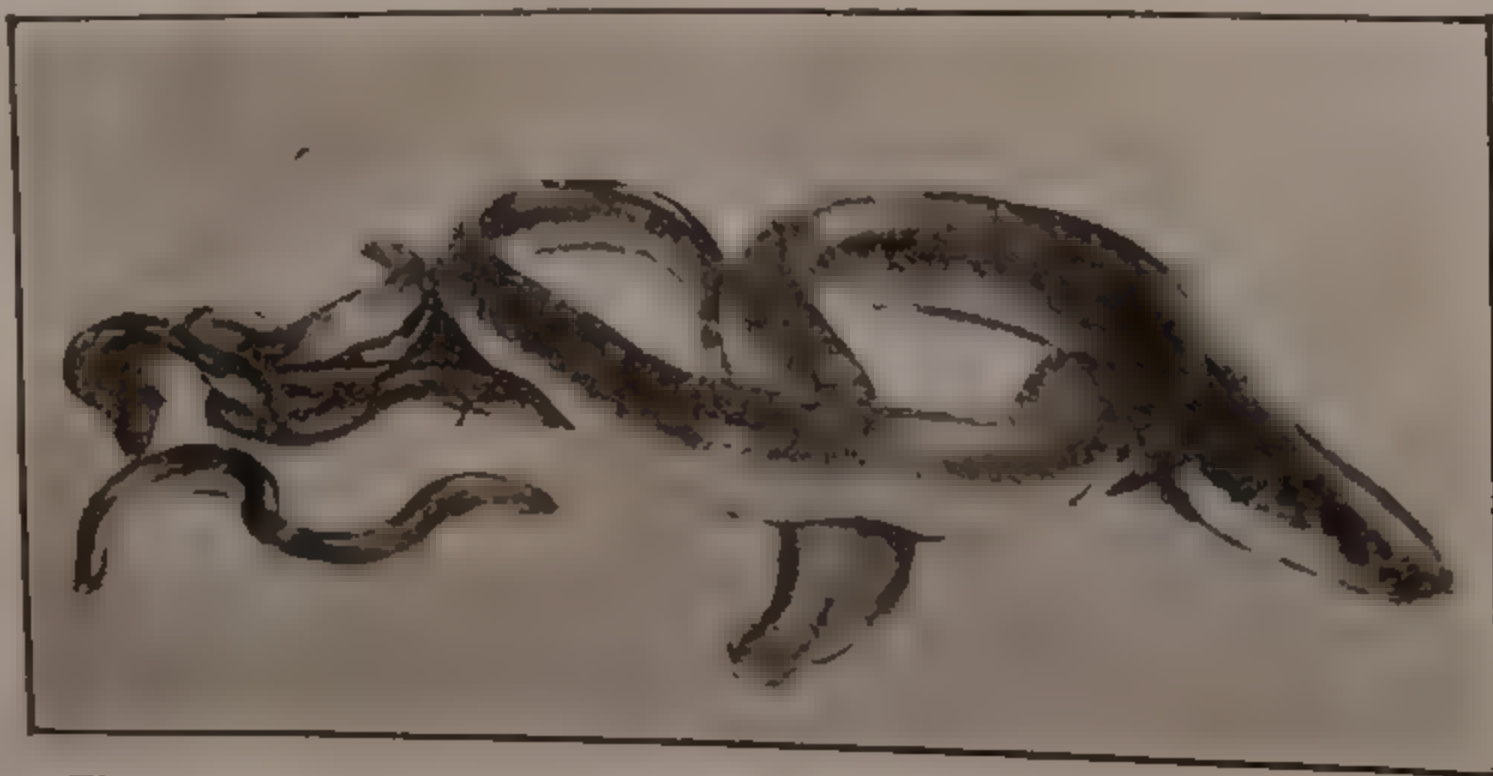



Fig. 201. – Anguille (*Anguilla vulgaris*). (Lungh. fino a un metro e più).

Fig. 202. — Metamorfosi dell'Anguilla

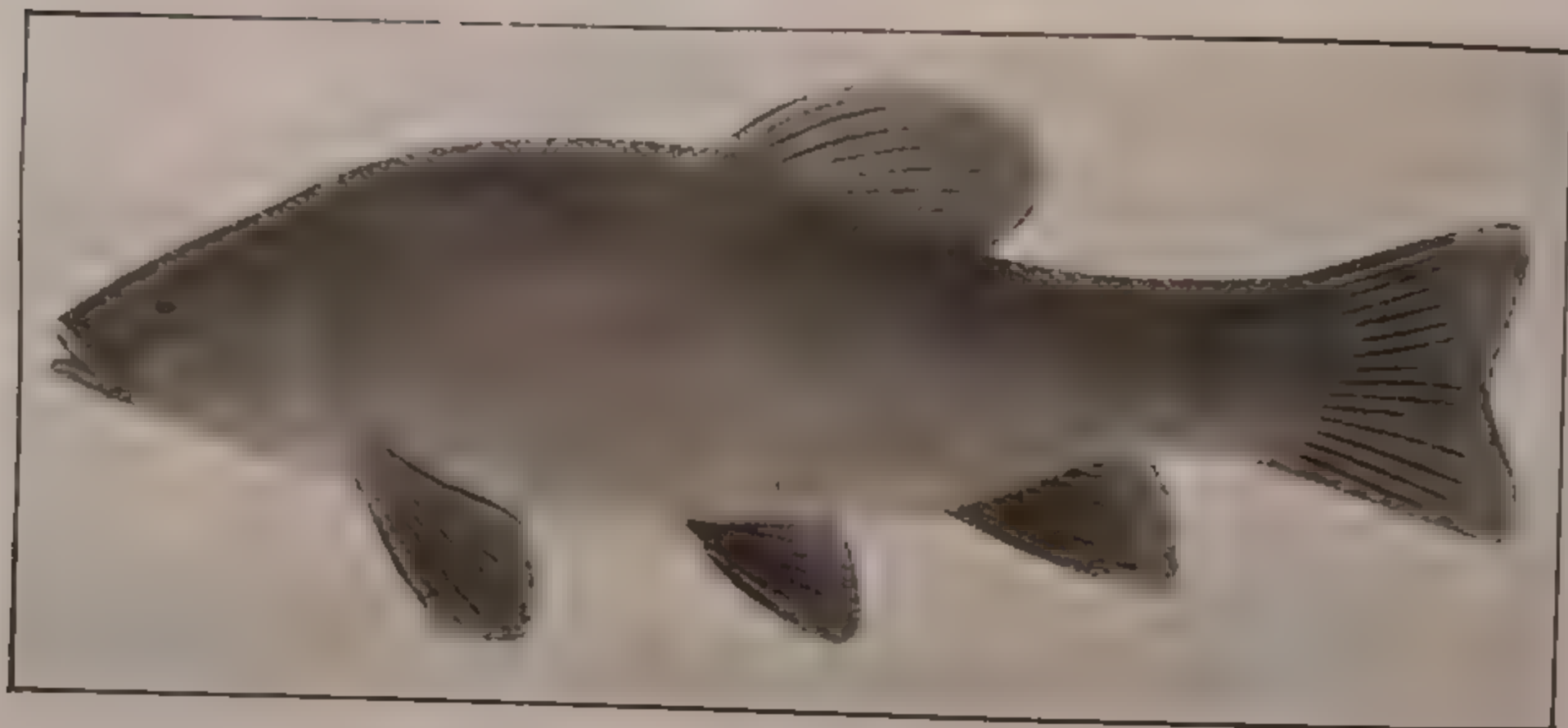



Fig. 203. – Tinca (*Tinca vulgaris*). (Lunghezza 35 cm.).

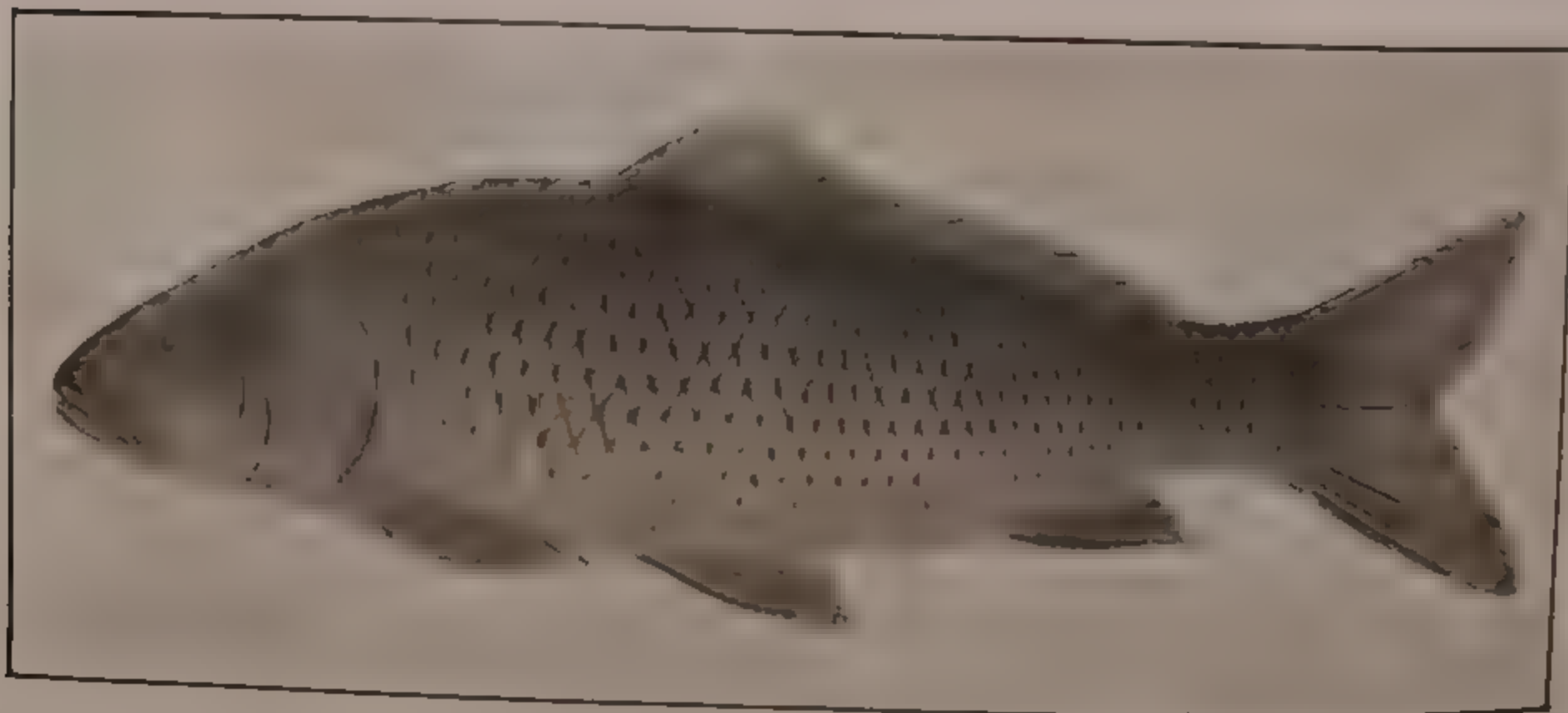



Fig. 204. – Carpa (*Cyprinus carpio*). (Lunghezza circa 50 cm.).

un rostro a forma di spada. Si trova sulle coste Calabro-Sicule ed è assai pregiata la sua carne. Lungo da 2 a 3 m.

La **Triglia** (fig. 195) di colore rosso rame splendente, con cirri sotto le mandibole, che servono a cercare i vermi nella sabbia.

Il **Merluzzo** (*Gadus morrhua*) è abbondante nell'Atlantico nord e di esso si fa grande pesca. È lungo un m. circa. La carne salata si vende col nome di *Baccalà* e affumicata col nome di *Stoccafisso*.

Il **Pesce ragno** o **Trachino** ha la prima pinna dorsale a raggi duri e appuntiti, temuti dai bagnanti perchè velenosi (fig. 196).

La **Rana pescatrice** ha testa larga e bocca grande. Vive sul fondo, e agitando i raggi

Fig. 205. – Pesce Scorpione dell'Oceano Indiano (*Pterois volitans*). (Lunghezza da 20 a 30 cm.).

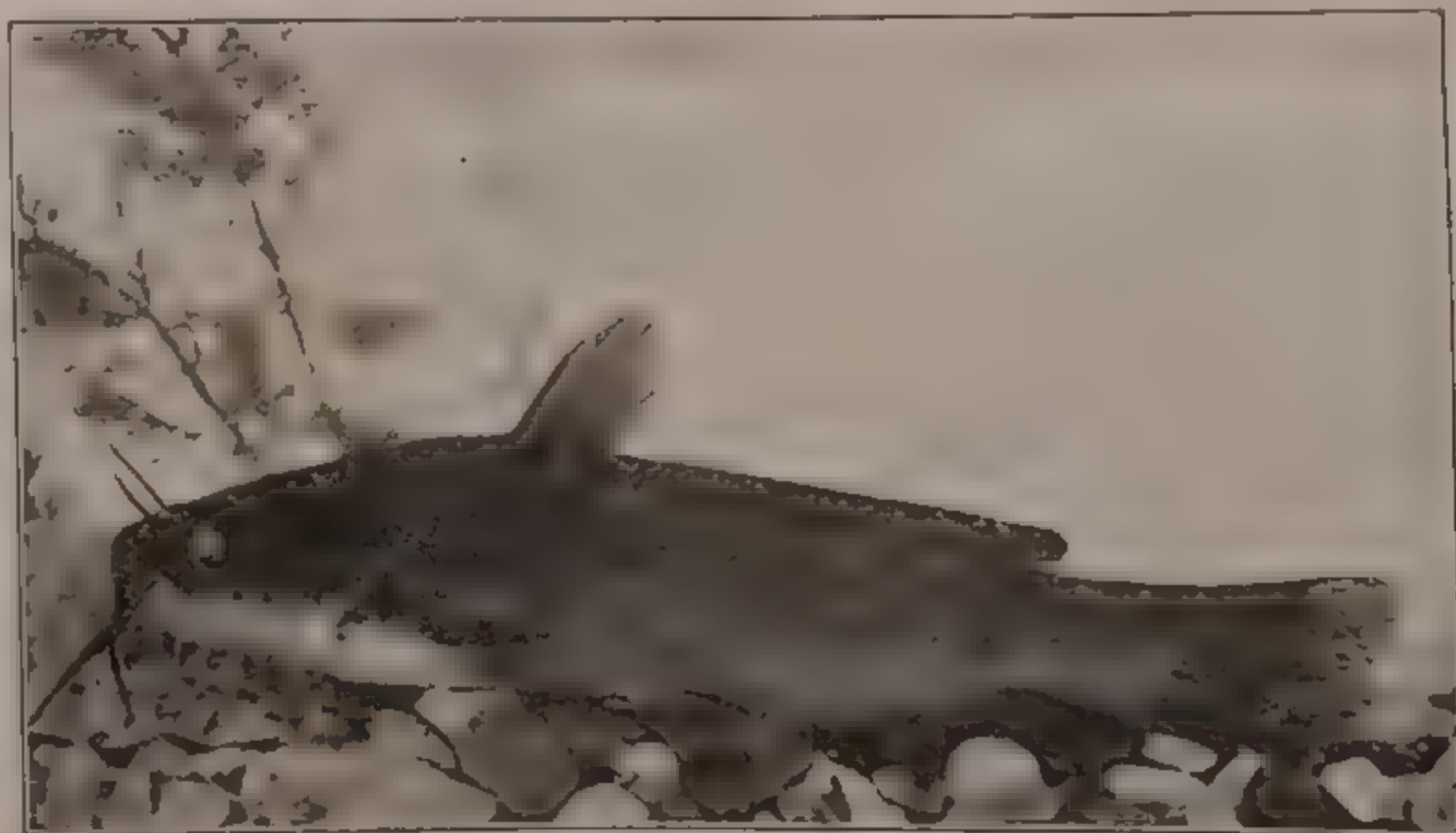



Fig. 206. – Siluro (Lunghezza fino a 3 metri).

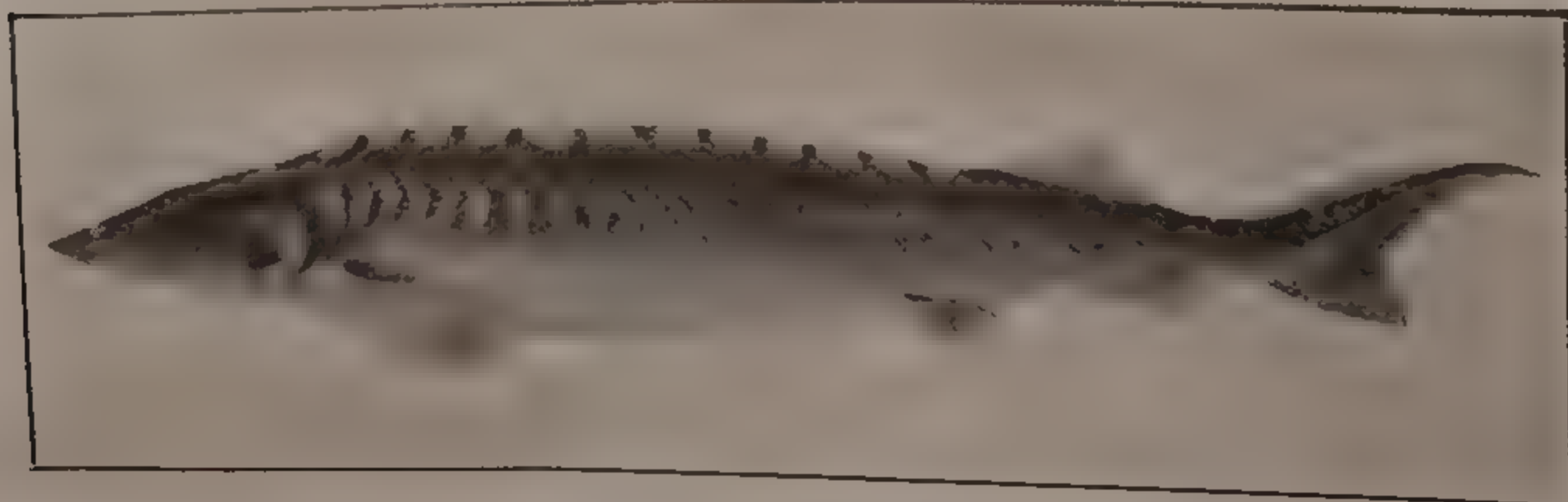



Fig. 207. – Storione (*Acipenser Naccarii.*). (Lunghezza circa m. 1).

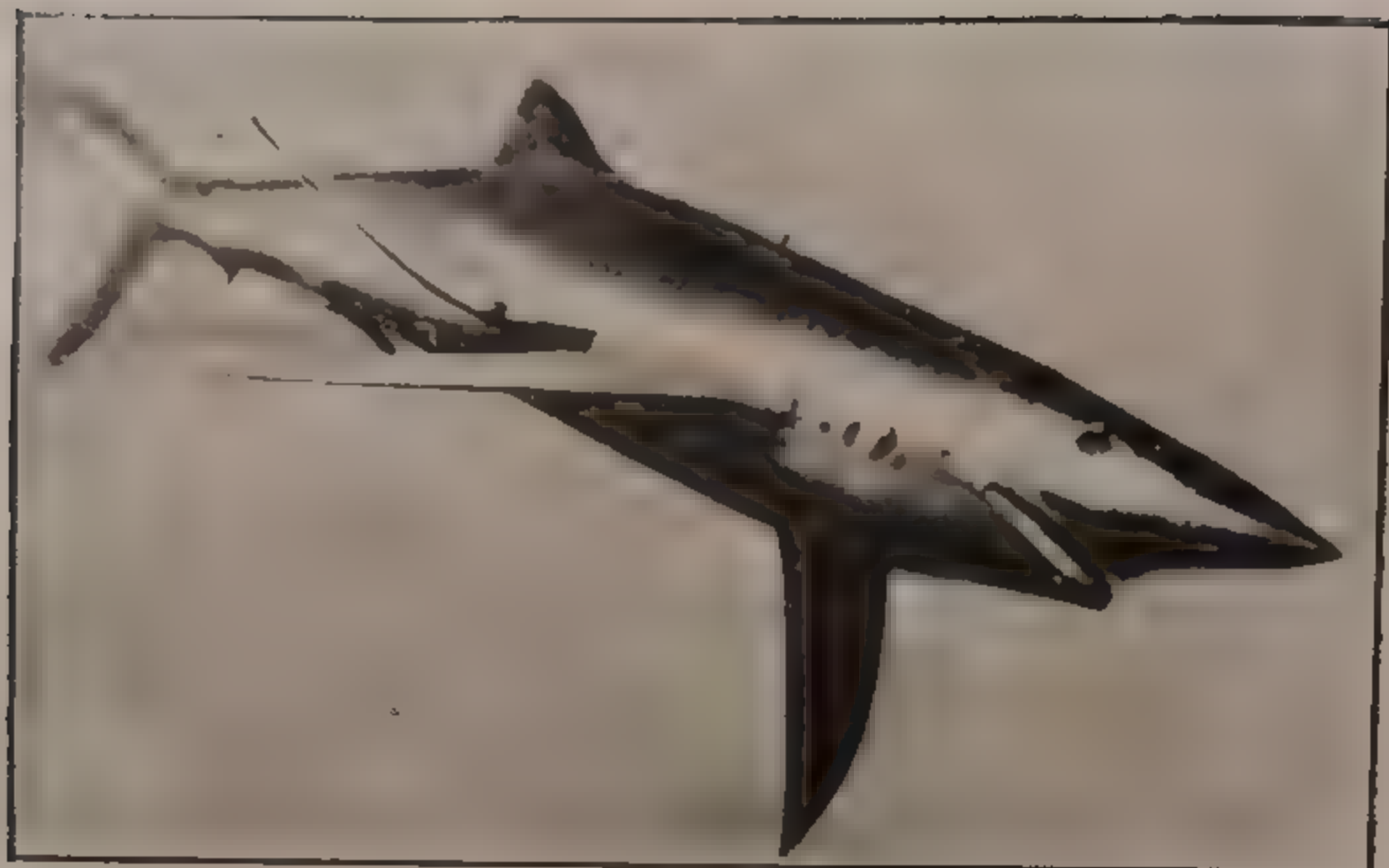



Fig. 208. – Squalo verdesca (*Carcharias glaucus*) o Pescecane. (Lunghezza m. 4,50 circa).

liberi della prima pinna dorsale, attira gli altri pesci (fig. 197).

Il **Pesce San Pietro** ha due macchie rotonde laterali di color nero cupo; le sue carni sono assai apprezzate (fig. 198).

Il **Pesce Rondine** (*Exocoetus*) ha pinne toraciche ampie che lo rendono atto a compiere brevi voli fuori dall'acqua.

Le **Sardine** (*Clupea pilchardus*) e **Acciughe** (*Engraulis encrasicholus*) sono abbondanti nei nostri mari, specie nel Tirreno. L'**Aringa** (*Clupea harengus*) vive nell'Atlantico settentrionale e migra in masse compatte (*banchi*) formando oggetto di pesca attivissima (fig. 199).

Le **Sogliole** hanno corpo appiattito; poggiano con un lato (quello più chiaro) sulla sabbia del fondo, mentre l'altro (quello superiore, più scuro) porta tutti e due gli occhi. È questa la conseguenza di un adattamento alla vita di fondo, giacchè, da giovani, le sogliole hanno gli occhi posti normalmente ai lati della testa e solo più tardi uno dei due cambia di posto ed emigra portandosi vicino all'altro (quello di sinistra in questa specie). La stessa forma asimmetrica si osserva anche nel **Rombo** (fig. 200). Allo stato larvale la Sogliola è trasparente e a questa trasparenza deve in gran parte la sua protezione, mentre allo stato adulto non si distingue dal fondo su cui poggia, perchè il colore del lato superiore è perfettamente intonato a quello del fondo stesso.

Le **Anguille** (fig. 201) vanno a deporre le uova nell'oceano, e dalle uova

Fig. 209.
Valvola a spirale dell'intestino di un Selacio.

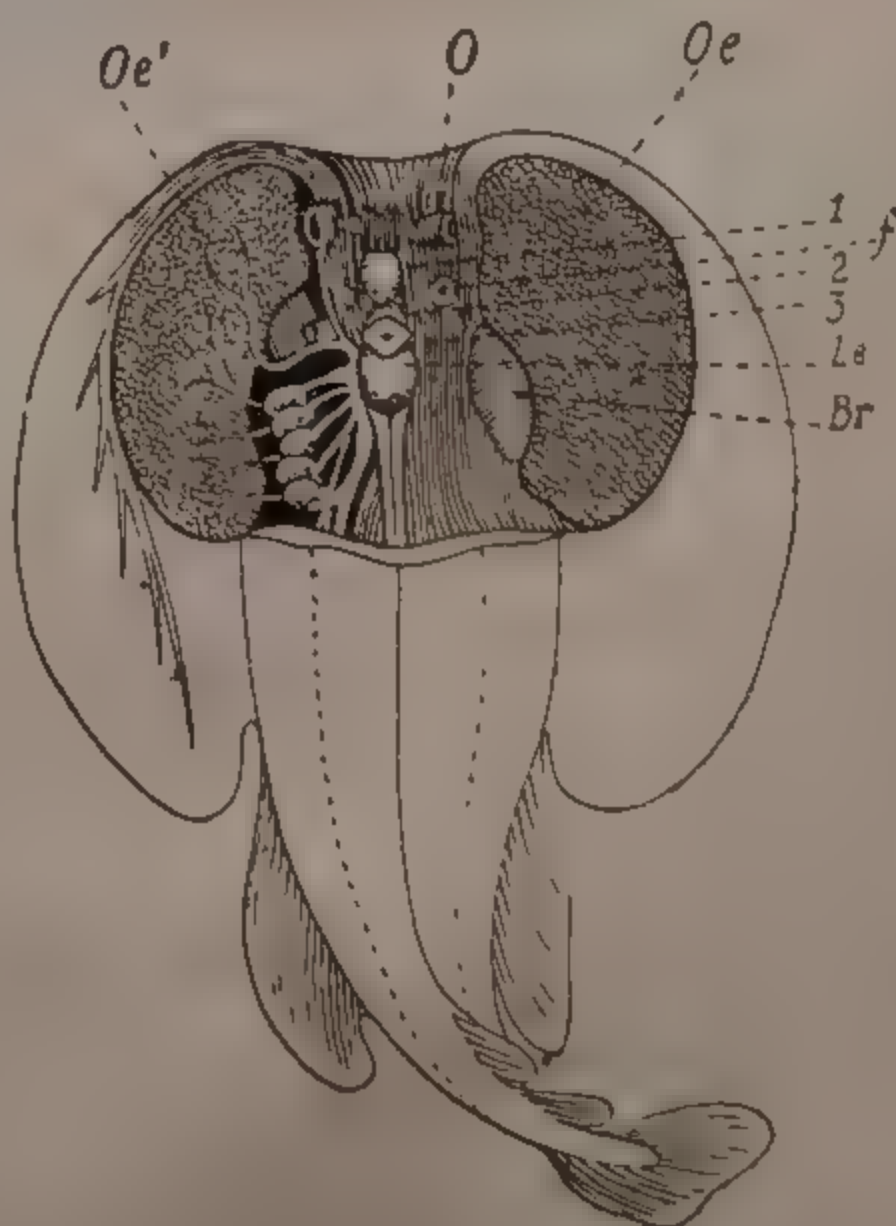



Fig. 210. – Torpedine. Preparato del cervello e degli organi elettrici. (Dal Gegenbauer).

Oe, Oe') organo elettrico. A destra l'organo è soltanto scoperto, a sinistra sono preparati i nervi. O) occhio; f) sfiatatoio; br) branchie; 1, 2, 3) telencefalo, diencefalo, mesencefalo; Le) lobo elettrico.

nascono larve trasparenti che poi a poco a poco si trasformano (fig. 202), risalgono i fiumi e quivi compiono il loro sviluppo, per ridiscendere al mare, fatte adulte. Caratteristico per la sua forma è il **Cavalluccio marino** (fig. 421), che ha la pelle corazzata di piastrine ossee, cosicchè, quando è disseccato, conserva la forma del corpo. Il maschio di questa specie porta una specie di *tasca ventrale*, entro la quale la femmina depone le uova da cui nascono i piccoli già molto simili agli adulti.

Fig. 211. – Pesce martello (*Zygaena malleus*). (Lungh. 3-4 metri).

Pesci d'*acqua dolce* sono la **Tinca** (fig. 203), il **Luccio**, la **Carpa** (fig. 204), la **Trota.**

I **Salmoni** si sviluppano dalle uova deposte nelle acque dolci, ma poi vanno al mare, al contrario di quello che fanno le Anguille.

Pesci esotici sono lo **Pteroide volante** dell'Oceano Indiano, assai variopinto e non atto al volo come si credeva in passato (fig. 205). Il **Siluro**, che è un grosso pesce fluviale molto vorace, diffuso nell'Europa settentrionale (fig. 206).

GANOIDI. – *Pesci a scheletro in parte cartilagineo e con pelle armata di piastre ossificate*. **Storione comune** (fig. 207). È un pesce lungo circa un metro. Ha il muso allungato, depresso, sotto il quale si trovano 4 tentacoli mobili e la bocca, specie di tubo protrattile con cui introduce vermi, molluschi e altri animali viventi sul fondo e tra la melma. Le mascelle sono sprovviste di denti. Possiede un *opercolo* che chiude in modo incompleto una larga apertura branchiale.

Fig. 213. – Bocca di Lampreda (*Petromyzon marinus*) con denti cornei; nel fondo la lingua. (Lungh. fino a 1 m.).

Il corpo porta scudi *ossei* disposti in file longitudinali e coperti di smalto. La coda è *asimmetrica* (*eterocerca*) col lobo dorsale più sviluppato. Inoltre ha una unica pinna dorsale posta molto indietro. Lo scheletro interno è quasi del tutto cartilagineo.

Fig. 212. – *Protopterus*. (Lungo 1-2 m.).

Lo Storione abita nel mare, ma in primavera risale i fiumi per andare a deporre le uova lontano dalla foce, sulla sabbia del fondo. Viene pescato in questa epoca, infatti, nel Po, e talvolta nel Tevere poichè la sua carne è assai ricercata. Con le

Fig. 214. – Vele latine.

sue uova si prepara il *caviale* e con la vescica natatoria la *colla di pesce* più fine. Nel Mare del Nord e nel Baltico è abbondante l'*Acipenser sturio* lungo fino a 4 m.

Il miglior caviale si prepara con le uova dello *Storione maggiore*, lungo fino a 10 m. che abita il Mar Nero, il Caspio ed i fiumi che vi sboccano (Danubio, Volga).

SELACI. – *Hanno scheletro cartilagineo e, dietro il capo, da una parte e dall'altra, le fessure branchiali.* **Squalo verdesca** (fig. 208). Questo Squalo (Pescecane) gigantesco ha il capo prolungato in avanti, e munito, nella parte inferiore, di una bocca trasversale le cui mascelle portano denti grandi e taglienti. Dietro al capo stanno

Fig. 215. – Pesca del Tonno.

Fig. 216. – Coltura di Anguille nelle valli di Comacchio.

le *fessure branchiali* in numero di cinque per ogni lato. Sul dorso porta due pinne delle quali quella anteriore è molto sviluppata.

La pinna codale è *asimmetrica*, ossia col lobo superiore più grande di quello inferiore. La pelle, di colore grigio superiormente, ha un aspetto granuloso per minuti dentini che ogni squamma possiede (*pelle zigrinata*). L'intestino è corto e munito della così detta *valvola a spirale* (fig. 209) che ha l'ufficio di aumentare la superficie interna assorbente. Questo animale, assai vorace, pericoloso anche per l'uomo, abita i mari caldi e temperati, e segue spesso le navi per cibarsi dei resti di cucina che vengono gettati in mare. È specie vivipara.

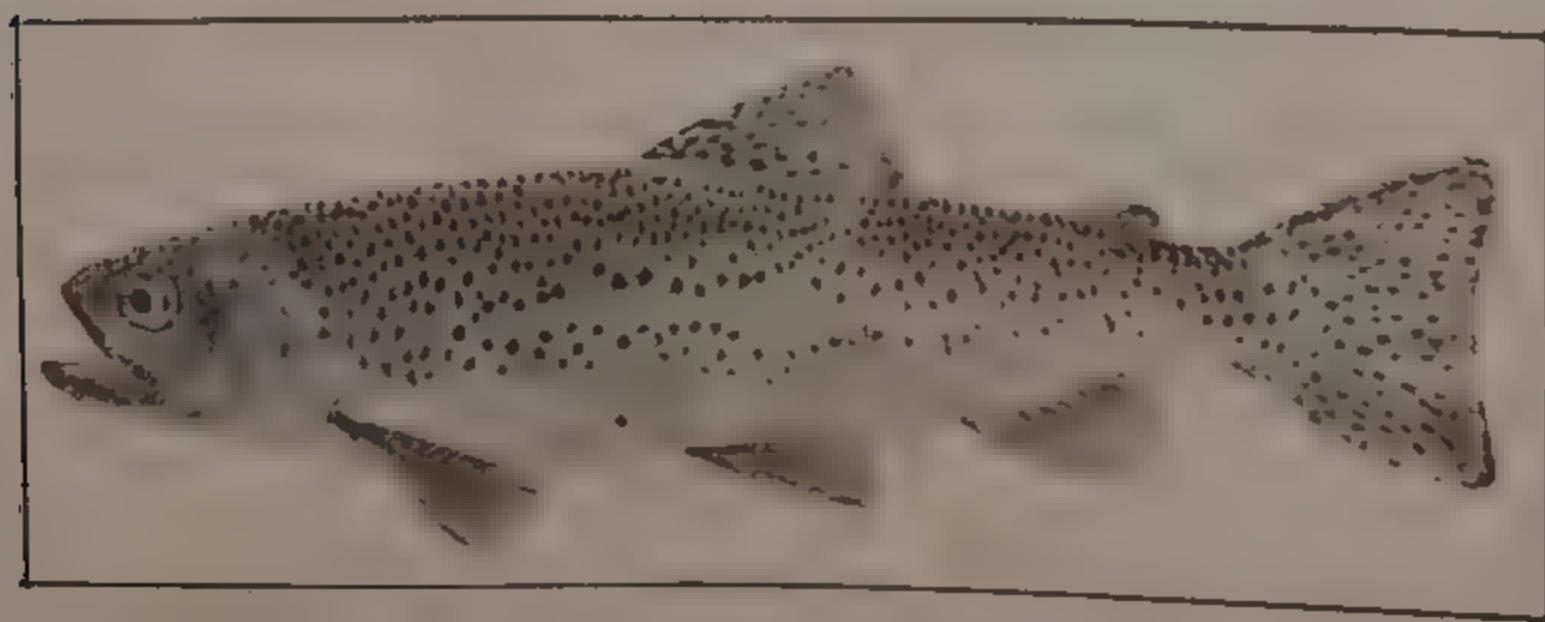



Fig. 217. Trota iridea (*Salmo irideus*). (Lunghezza circa 50 cm.).

La **Razza chiodata** (*Raja clavata*) è un pesce con tronco schiacciato dall'alto in basso e larghe pinne pettorali, così da assumere una forma appiattita romboidale, con coda lunga, sottile e cilindrica. Superiormente è di un color

Fig. 218. – Incubatoio per la fecondazione degli avannotti.

grigio-bruno somigliante al fondo del mare, inferiormente biancastro. Questo lato inferiore porta la bocca trasversale e dietro ad essa le cinque fessure branchiali disposte in due serie. Gli occhi si trovano ai lati della linea mediana nella parte superiore, che è pure munita di aculei simili a chiodi (donde il nome). È ovipara. La razza è comune nei nostri mari ed è specie edule.

Altri Selaci sono: la **Torpedine** (fig. 210) (lunga circa 20 cm. con pelle liscia e forma del corpo schiacciata, notevole per un *organo elettrico* (organo neuro-muscolare funzionante come una batteria di pile) da essa posseduto nella parte più larga del corpo, e del quale l'animale si serve per tramortire la preda e difendersi dai nemici. Altro pesce elettrico è il **Gimnoto** (*Gynnotus electricus*) (Teleosteo) dell'America del Sud, assai più temibile della Torpedine anche per l'uomo.

Il **Pesce gattuccio** (*Scillyum*) è un piccolo pescecane di color grigio rossastro di sopra con macchie brune. Il **Palombo** (*Mustelus plebejus*) è pesce litoraneo, di indole mite. Come altri Selaci partorisce i figli vivi.

Il **Pesce martello** (fig. 211) è così detto per i prolungamenti laterali del capo sui quali si trovano gli occhi.

Il **Pesce sega** (*Pristes*) ha un lungo *rostro* armato di denti aguzzi che somigliano ad una sega, e di cui si vale come di un'arma potente.

DIPNOI. – Appartengono ai Dipnoi poche specie che abitano i fiumi dell'Africa, America ed Australia, e che sono caratteristiche per la loro respirazione in parte acquatica e in parte aerea (ved. pag. 102). Il *Protottero* (fig. 212), simile a una anguilla, abita le regioni calde dell'Africa occidentale. Il *Lepidosiren* vive sul fiume delle Amazzoni, e il *Ceratodo* dei fiumi australiani è ricercato per la bontà della sua carne.

[illegible] e: CICLOSTOMI

Questo Gruppo è rappresentato dalle Lamprede, animali somiglianti ad Anguille per la forma allungata del corpo, ma distinguibili da esse per la bocca circolare (onde il nome) senza vere mascelle e munita di denti cornei numerosi (fig. 213), per le branchie (*sacchi branchiali*) che si aprono esternamente mediante strette aperture, per lo scheletro che è cartilagineo anzichè osseo; per la mancanza di arti. Le grandi Lamprede vivono nel mare e risalgono i fiumi per deporvi le uova; la piccola Lampreda (*Petromyzon Planeri*) abita costantemente le acque dolci. Le Lamprede si servono della bocca come di una ventosa e succhiano il sangue dalla ferita prodotta coi denti nelle vittime, che sono ordinariamente Pesci. In alcuni paesi (Germania, ad es.) si fa gran conto della carne delle Lamprede.

Fig. 219. Stabilimento di troticoltura. (Fot. Pieiolotti-Montanaro).

Fig. 220. – Anfiosso lanceolato, il prototipo dei vertebrati. (Acquario di Napoli).

LE MIGRAZIONI DEI PESCI

Nei *Pesci* le migrazioni sono più che altro determinate dalla necessità di riprodursi in luoghi diversi da quelli nei quali la specie vive abitualmente, spinti in ciò dalle condizioni favorevoli di temperatura, di salinità, di ossigenazione. Così sono Pesci migratori la *Sardina*, l'*Acciuga*, l'*Aringa*, il *Merluzzo*, il *Tonno*; ma non sono i soli, perchè fra i così detti Pesci sedentari (come la Sogliola) e i migratori in massa, vi sono moltissimi gradi di passaggio. Di queste migrazioni in massa approfittano i pescatori per la cattura. Più di

[illegible]. Vi si recano ogni anno intorno al Banco di Terranova per la pesca al Merluzzo; e nei Mari del Nord si pescano in media dalle 300000 alle 400000 tonnellate di Aringhe.

Il *Tonno rosso* o *Tonno grande* (*Thynnus thynnus*) (fig. 194) depone le uova in primavera e si raduna in numerosi branchi fra la Tunisia, la Sicilia e la Sardegna, dove viene pescato con le grandi reti dette *tonnare*.

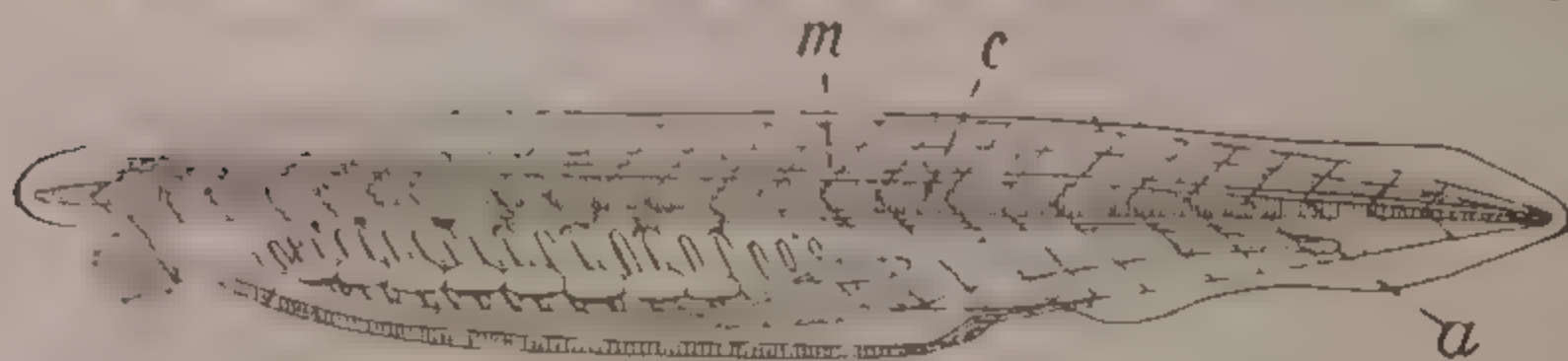



Fig. 221. — Anfiosso (*Branchiostoma lanceolatum*). (Da Hertwig). (Ingrandito del doppio).
a) ano; c) corda dorsale; m) midollo spinale; o) bocca; sp) fessure branchiali.

Un'altra stazione di pesca è nell'Oceano lungo il litorale dell' Andalusia, ma non è in rapporto con la prima perchè il Tonno non migra dall'Oceano al Mediterraneo.

Vi sono alcune specie che si riproducono in acqua dolce e abitano d'ordinario in mare, come i *Salmoni* e gli *Storioni*. Il *Salmone atlantico* vive in mare a diverse centinaia di metri di profondità; poi al momento della pubertà ha luogo la *montata*, risalendo così dalle foci di un fiume quasi alla sorgente. La schiusura delle uova fecondate ha luogo al principio dell'inverno e gli *avannotti* alla fine del secondo anno discendono in schiere al mare.

Dividono pure la loro esistenza tra il mare e l'acqua salmastra o dolce altri Pesci come i *Muggini*, le *Orate* e le *Anguille*; ma al contrario dei precedenti essi vanno al mare per la riproduzione. La biologia dell'*Anguilla* non è però ancora completamente conosciuta. Secondo il Grassi le anguille depongono le uova nel Mediterraneo a più di 500 metri di profondità e da queste uova nascono larve trasparenti note col nome di *Leptocefali*, che poi si trasformano in piccole anguille trasparenti dette *Cieche*, le quali si addensano alle foci dei fiumi e alle bocche delle valli, risalendo poi i corsi d'acqua. La pesca si fa quando l'anguilla, giunta a maturità sessuale, inizia il viaggio di ritorno al mare (*discesa*) nelle valli salse. Secondo altri (dott. Schmidt) l'area di riproduzione dell'Anguilla è posta in pieno Oceano Atlantico presso il Mar dei Sargassi e al Mar delle Antille, avvenendo così una doppia migrazione in due sensi attraverso l'Atlantico.

Fig. 222. Larva libera dell'Ascidia con c) corda dorsale.

LA PESCA

Assai più importante della caccia, dal punto di vista economico, è la pesca. In Italia, in modo particolare, il problema della pesca è divenuto oggetto delle cure più assidue da parte del Governo fascista, il quale, consapevole della necessità di rialzarne le sorti, ha stabilito di mandare a compimento tutto un piano di riorganizzazione che non mancherà di dare i suoi frutti. Infatti non è ammissibile che una penisola come la nostra, circondata com'è da tre mari, debba essere tributaria all'estero per un importo di circa 90 milioni di lire annui.

Per rendersi conto dello stato effettivo delle cose riguardanti la pesca marina fu indetta qualche anno fa una Crociera a cura dell'Ispettorato Pesca del Ministero dell'Economia Nazionale, in base ai risultati della quale fu stabilito di aumentare il numero delle navi a motore; di creare porti rifugio; di sottrarre i pescatori alle angherie degli speculatori e di disciplinare i mercati; di proibire la pesca con le reti durante la stagione in cui il mare *fiorisce*, cioè nella primavera inoltrata; di creare

Fig. 223. – Ascidie (*Ciona intestinalis*).
(½ della grandezza naturale).

centri di propaganda e scuole per diffondere la coltura e tener vivo l'amore per il mare nei giovani figli di pescatori; di istituire premi di incoraggiamento; insomma di svolgere tutto un programma pratico e teorico col concorso del personale scientifico addetto agli stabilimenti per lo studio della biologia marina, fra cui notevoli soprattutto quello di Taranto. È questo un programma realistico al quale si deve aggiungere l'uso di motonavi da pesca attrezzate in modo da poter tenere il mare per molti giorni, e perciò munite di frigoriferi, di reti speciali, di apposite vasche e serbatoi per la conservazione del pesce.

Questi sistemi sono adottati in grande dagli Inglesi, dai Giapponesi, dagli Americani che hanno un campo di sfruttamento immenso nei mari nordici, non paragonabili certamente a quello del nostro Mediterraneo. Ma già motonavi italiane esercitano la pesca lungo le coste dell'Africa occidentale, dove le acque sono ricchissime di pesci e specialmente di Ombrine, Dentici e Merluzzi, o nei mari dell'Europa settentrionale, cioè nei luoghi che finora erano stati monopolio dei pescatori delle coste atlantiche e nordiche. Modernissimi stabilimenti a Civitavecchia e lungo le coste tirreniche disseccano il Merluzzo e lo salano; in questo modo viene in gran parte eliminato l'acquisto all'estero di questo cibo di largo consumo negli ambienti popolari.

Fig. 224. – Ascidia.
b) bocca; sc) sifone cloacale; f) faringe; a) ano; s) stomaco; i) intestino; c) cuore; ent) endostilo; n) centro nervoso; t) tunica (del corpo).

Forse dovremo rinunciare in avvenire alla poesia della nostra vela latina dal bel color rosso od arancione, che, gonfiata dal vento, spinge la vecchia paranza per le vie del mare, trascinando sul fondo la rete a strascico (fig. 214); per ora però questo genere di pesca d'alto mare è ancora il più diffuso, e con esso si pescano Merluzzi, Naselli, Triglie, Sogliole, Acciughe e Sardine, queste ultime specialmente abbondanti nel mare Ligure e nel Tirreno fra la Sicilia e l'Africa.

Diversa dalla pesca di alto mare è quella *costiera*, che si esercita con reti fisse (*tramagli, mugginare* per la cattura dei Cefali, dei Muggini, o tirate dai pescatori sulla spiaggia con funi di rimorchio (*sciabiche*).

Caratteristica è la pesca del *Tonno* che si fa in primavera sulle coste della Sicilia e della Sardegna. La ton-

Fig. 225. *Pyrosoma gyganteum.* (Acquario di Napoli). (¹/₂ della grandezza naturale).

nara e una rete fissa a trappola formata da una coda (*muraglia*) e da un'*isola* divisa in compartimenti (*camere della morte*). Il tonno entrato nel braccio di mare fra la costa e la muraglia viene spaventato dalle grida dei pescatori e incitato a proseguire in modo che, entrato nell'isola, rimane prigioniero. In seguito ha luogo l'uccisione (*mattanza*) (fig. 215) ed è questa la fase più impressionante della pesca. Esistono in Italia più di 50 tonnare; ma le più note sono quelle di Favignana (Trapani) e Carloforte (Cagliari); si ha un prodotto complessivo di circa 81.500 quintali.

Anche la pesca del *Pesce spada* è pure regolarmente organizzata lungo le coste della Calabria e della Sicilia e ha notevole importanza economica.

Fra i prodotti della pesca marina non vanno dimenticati i *Mitili* e le *Ostriche*. A Spezia, a Taranto, in Istria, vi sono i bacini di allevamento nei quali dopo dieci mesi di coltura si possono raccogliere i Mitili per il commercio.

Per le Ostriche occorrono invece dai due ai quattro anni e l'allevamento si fa con pali, fascine, corde, ai quali le striche aderiscono.

Attivo è pure il commercio delle *Spugne* che l'Italia fa nel Mar Rosso e sulle coste della Libia (per un valore di circa due milioni di lire) come pure quella del Corallo in Sardegna e nello Stretto di Messina e che si lavora specialmente a Torre del Greco, Napoli, Trapani, Livorno, Genova, insieme con quello proveniente dal Giappone.

La pesca delle *perle* e della *madreperla* si fa nei mari indiani e nel Golfo del Messico da palombari o mediante apposite draghe; ma poco interessa l'Italia quantunque a Napoli e a Torre del Greco esista una fiorente industria della madreperla.

Fig. 226. — *Salpa democratica* i) bocca; *en*) endostilo; *d*) intestino; *sl*) stolone proligero; *m*) muscoli; *b*) branchie (¹/₃ della grandezza naturale).

Fig. 227. — Catena di Salpe (*Salpa maxima africana*).

I *valli* della laguna veneta e di Comacchio sono vere miniere di pesce (Cefali, Spigoli, Orate, Anguille). Col nome di *valli* si designano gli estremi lembi della laguna che, arginati con cannucce e terra, si trasformano in *vivai* (fig. 216). Specialmente per quanto riguarda la *pesca di acqua dolce* molto si è fatto provvedendo al ripopolamento delle acque dei torrenti e dei fiumi mediante immissione di *avannotti* ottenuti dalle uova fecondate artificial-

mente per quanto riguarda i *Salmonidi* (fra cui le *Trote*) (fig. 217), o mediante allevamento artificiale. Si è provveduto a immettere nelle risaie le *Carpe*, che si sviluppano assai bene in questo ambiente. Esistono stabilimenti ittiogenici (di cui i più importanti sono quelli di Roma e di Brescia) e Consorzi provinciali che hanno il compito di invigilare e di provvedere a tutto quello che sta in relazione con la pesca di acqua dolce, fonte di grande risorsa alimentare per la popolazione italiana. Le uova fecondate vengono poste negli apparecchi da incubazione (fig. 218) in acqua corrente e i pesciolini neonati (*avannotti*) passati in vasche dove vengono alimentati con uova cotte, milza e cervello spappolati. Quindi o vengono destinati ad essere immessi nelle acque dei torrenti e dei fiumi o ad essere allevati in laghetti e canali fino al momento della vendita (fig. 219).

Fig. 228. – Stella di mare (*Luidia ciliaris*) a sette raggi. (Acq. di Napoli). (Circa della grandezza naturale).

Sottotipo: CEFALOCORDATI

Appartiene a questo sottotipo un piccolo animaletto, che vive nella sabbia del mare a poca profondità, quasi trasparente, lungo circa 5 cm., somigliante più ad un verme che ad un pesciolino (fig. 220): la **Lancetta** (*Amphioxus lanceolatus*), così chiamato per la forma del corpo allungata, schiacciata lateralmente e appuntita alle due estremità, simile ad una lancetta. Si trova in grande quantità ad es. a Posillipo nel Golfo di Napoli e nello stretto di Messina. Ma quello che è assai interessante è la sua struttura interna che ricorda molto da vicino quella dei Vertebrati, tanto che fu considerato da molti come il prototipo dei Vertebrati, e perciò molto importante dal punto di vista scientifico.

Infatti notiamo in esso (fig. 221) la presenza di una *corda dorsale* che va da una estremità all'altra del corpo e che ha la funzione della colonna vertebrale. Al di sopra di essa vi è il sistema nervoso, che ha forma di cordone allungato un po' rigonfio alla sua estremità anteriore, quasi un midollo spinale con una specie di encefalo. In questa regione vi è anche un ammasso di pigmento che taluni considerano come un organo sensibile alla luce. Presso l'estremità anteriore, ventralmente, si apre la bocca provvista di tentacoli, cui segue una faringe, sui lati della quale si notano delle *fessure branchiali*. Le branchie però non si aprono

[illegible]no, ma sboccano in una cavità (*cavità peribranchiale*) che comunica con l'esterno mediante un foro.

Così l'acqua, introdotta per la bocca, bagna le branchie ed esce fuori per [illegible] dopo aver servito alla respirazione. Dalla faringe branchiale si passa direttamente all'intestino il quale presenta anche una estroflessione, che corrisponde al fegato dei Vertebrati. Sotto alla regione branchiale vi è un tronco vascolare, che, per la sua posizione, corrisponde al cuore dei Vertebrati e dal quale partono vasi sanguigni che vanno alle branchie. Vi è un apparato escretore per l'espulsione dei prodotti nocivi del corpo.

Fig. 229. – Stelle di mare (*Asterias glcialis*). (Acquario di Napoli). (1/2 della grandezza naturale).

Una disposizione segmentale (metamerica) presenta la muscolatura del corpo.

Sottotipo: TUNICATI

I *Tunicati* sono animali tutti marini. Essi per la maggior parte vivono sul fondo, formando zolle somiglianti a una meravigliosa vegetazione. Il nome di Tunicati deriva dal fatto che il loro corpo molle è rivestito da un sacco o tunica costituita da una sostanza (*tunicina*) affine chimicamente alla *cellulosa* dei vegetali. Tutti posseggono la *corda dorsale* allo stato embrionale (fig. 222); ma poi questa si atrofizza e soltanto permane allo stato adulto nel gruppo delle *Appendicolarie*. L'Ascidia (figg. 223, 224) ha l'aspetto di un sacco gelatinoso fissato al fondo e munito su[illegible]nente di due aperture, una in alto e una laterale: il *sifone boccale* e il *sifone cloacale*. La bocca immette in un'ampia cavità o faringe la cui parete è traforata da un gran numero di fessure branchiali. Il sistema nervoso è concentrato in un ganglio unico.

Ascidie composte sono i *Pirosomi* (fig. 225), che formano colonie galleggianti, f[illegible]orescenti. Le Salpe (fig. 226) hanno forma di bariletti trasparenti con la bocca e l'ano alle due estremità del corpo. Tipica è la loro *generazione alternata*. Infatti da una Salpa libera si formano, per *gemmazione*, delle altre Salpe in seguito alla proliferazione di una specie di *gemma* posseduta dalla Salpa libera: il così detto

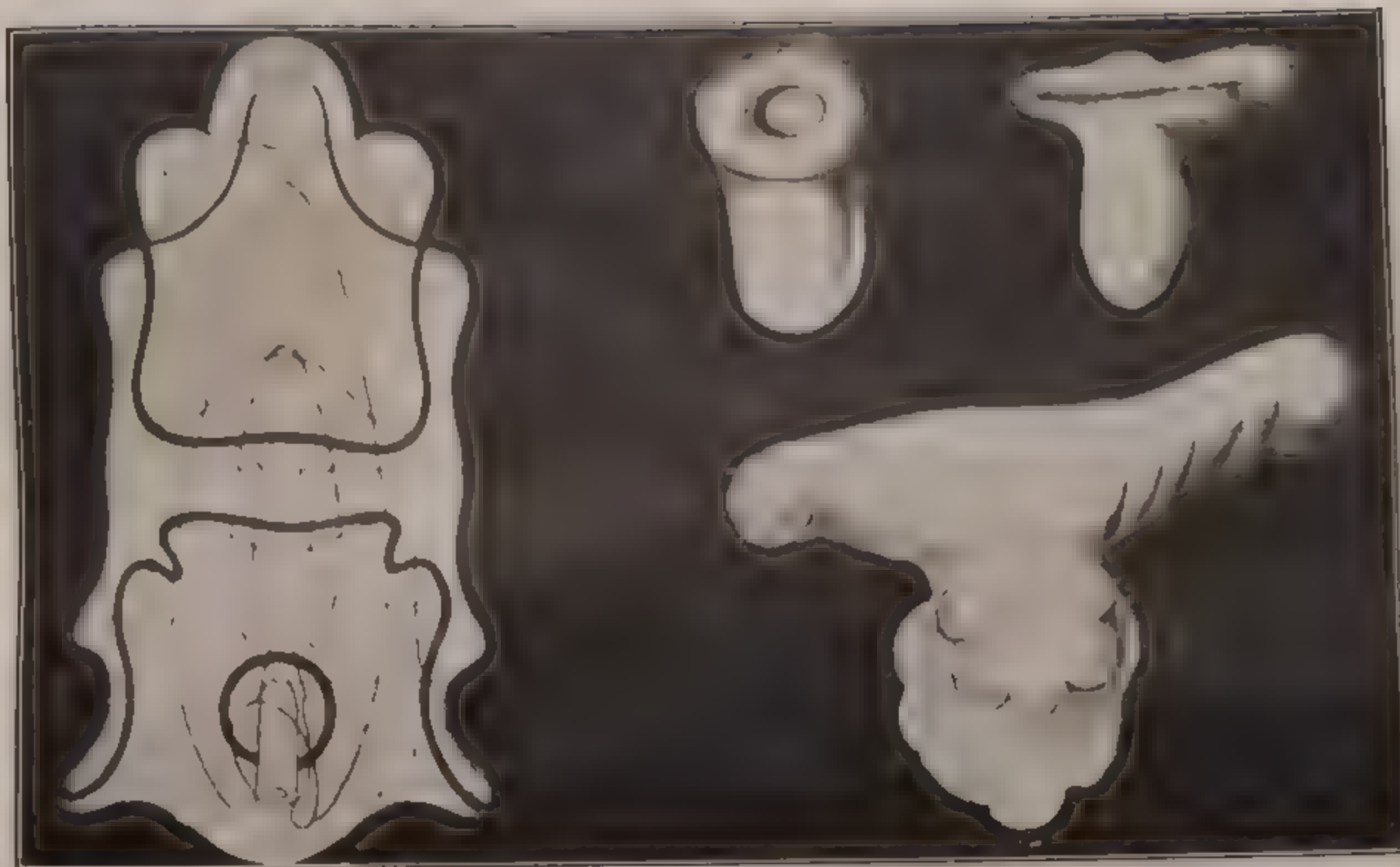



Fig. 230. – Larve di Stelle di mare. A sinistra la larva bipennaria di *Asterias pallidus*. (Da Aga...) A destra tre stadî successivi dello sviluppo di *Asterina Gibbosa*. (Da L...)

stolone prolifero [1]. Queste Salpe, così formate per gemmazione, rimangono unite in *catena* (fig. 227) ma poichè sono *ermafrodite*, generano uova fecondate che, sviluppandosi, producono nuovamente Salpe libere munite di stolone prolifero; cosicchè i figli somigliano ai nonni, anzichè ai genitori.

Fu Chamisso, poeta e zoologo, a scoprire questa generazione alternante delle Salpe.

Tipo: ECHINODERMI

Appartengono a questo tipo animali marini ricchissimi di forme, anche fossili, risalenti alle epoche più antiche della terra.

Prenderemo come esempio una Stella di mare (figg. 228, 229). Il corpo di una stella di mare ha la forma di una stella a cinque raggi. La parte rivolta verso il basso dicesi *ventrale* e quella opposta, verso

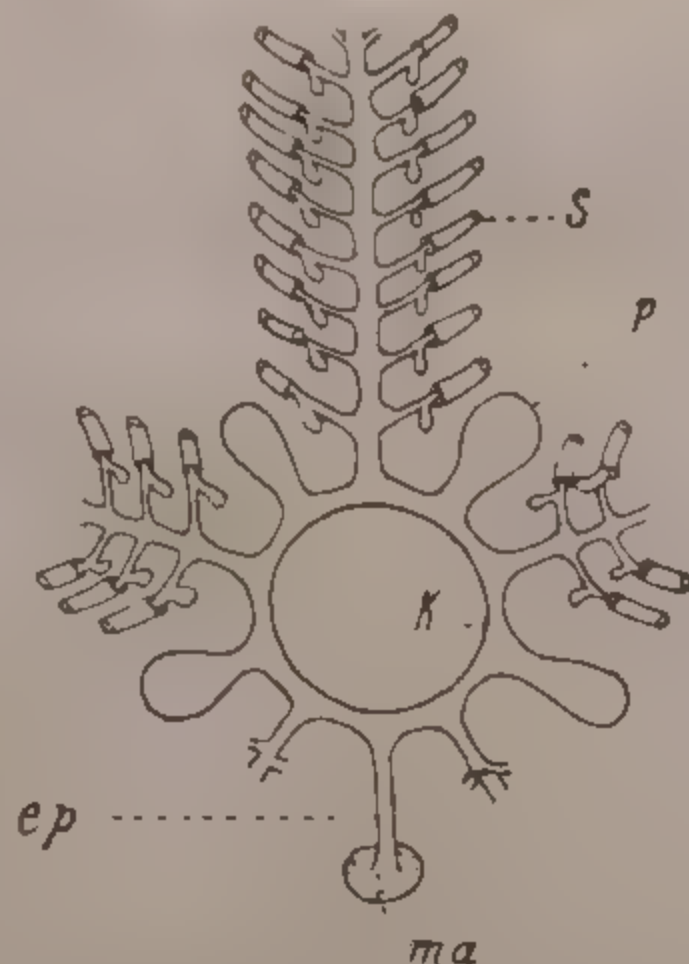



Fig. 231. – Sistema ambulacrale *ma*) piastra madreporica; *ep*) canale petroso; *k*) canale circolare; *p*) vescicole di Poli; *s*) pedicelli ambulacrali con piccole ampolle.

[1] Il processo di riproduzione per *gemmazione* è così detto per analogia a quanto si osserva nelle piante le cui *gemme* germogliando producono nuove parti della pianta o anche una nuova pianta intera. Si tratta di una forma di riproduzione così detta *agamica* (cioè *senza nozze*) per distinguerla dalla riproduzione che avviene per mezzo di uova fecondate e che viene detta *sessuata* (vedi pag. 274 e seg.). *Ermafroditi* vengono detti gli animali che hanno i due sessi riuniti in un solo individuo.

l'alto, *dorsale*. Apparentemente esso sembra avere una vera *simmetria raggiata*; ma se noi immaginiamo di condurre un piano di simmetria per ogni braccio della stella e tale da dividere il corpo in due metà, ci accorgiamo che certi organi sono disposti fuori di centro e mancano in una delle due metà; così, ad es., una piastra crivellata di fori (*piastra madreporica*) situata nella faccia dorsale del corpo non ha il suo omologo dalla parte opposta. È vero che si tratta di piccole differenze, ma queste sono costanti e d'altra parte occorre ricordare che nel suo sviluppo la Stella di mare presenta allo stato larvale una netta *simmetria bilaterale* (figura 230). Perciò essa ha una simmetria *pseudo raggiata* (falsamente raggiata). Sotto all'epidermide vi sono numerose piastre calcaree munite di aculei e formanti come una specie di scheletro esterno (*dermascheletro*), che difende gli organi interni del corpo assai validamente. Alcuni di questi aculei sono modificati in forma di pinze (*pedicellarie*) e sono organi adatti per tenere pulita la pelle, ma servono anche come difesa, o per ghermire e uccidere piccoli animaletti dei quali gli Echinodermi si nutrono (fig. 236).

Fig. 232. – Oloturia. (Fot. Saville-Kent).
(Lunga da circa 25 cm. fino a 40 cm.).

Caratteristico non solo della Stella di mare, ma di tutti gli Echinodermi, è il così detto *sistema ambulacrale* (fig. 231), perchè serve all'animale per la locomozione. Questo sistema è così fatto: dalla piastra madreporica per un canale apposito (*canale petroso*) si passa in un canale circolare posto intorno all'intestino come un anello. In questo canale sboccano alcune vescicole (*vescicole del Poli*) e alternati con esse si trovano altri canali che si dirigono radialmente, uno per raggio o braccio della Stella, e si mettono a loro volta in comunicazione con delle ampolle, da cui si dipartono piccoli tentacoli muniti di ventosa che sporgono fuori del corpo dalla parte ventrale di esso e ai quali si è dato il nome di *pedicelli ambulacrali*. Tutto questo sistema contiene un liquido (non acqua marina come si riteneva un tempo) poco diverso dal liquido che riempie la cavita del corpo e che non circola, ma serve a mantenere turgido il sistema. Le ampolle (e forse anche le vescicole del Poli) producono colle loro contrazioni il distendersi dei pedicelli che si attaccano al fondo con le ventose, mentre il loro rilasciamento e la contrazione dei pedicelli stacca questi dal fondo. Con l'alternarsi di queste tensioni e retrazioni l'animale, valendosi dei pedicelli, cammina. Per la piastra madreporica entra ed esce una minima quantità di acqua, che forse con-

tribuisce all'equilibrio della pressione interna. I pedicelli ambulacrali servono anche per catturare la preda.

Intorno al tratto più anteriore dell'intestino vi è un anello nervoso da cui partono cinque tronchi che vanno nelle zone ambulacrali. Organi di senso fotoricettori costituiti da ammassi di cellule pigmentate si trovano alla estremità dei raggi. Nei pedicelli e nei tentacoli delle estremità dei raggi risiedono i sensi del tatto e dell'olfatto. Vi è una *celoma* (cavità del corpo) ed un apparato digerente. Lo stomaco può essere estroflesso fuori della bocca e aderire al corpo della vittima. La bocca si trova situata ventralmente e non ha apparato masticatore. L'intestino ha cinque paia di sacchi ciechi detti *tubi epatici*.

Fig. 233. – Gigli di mare (Acquario di Napoli).

Fig. 234. – Comatula del Mediterraneo (*Antedon rosacea*). A destra individuo adulto; a sinistra: stadio giovanile. ($^1/_2$ grand. nat).

Nella Stella di mare la respirazione si compie per branchie cutanee aventi la forma di piccole vesciche: nei Ricci invece a mezzo di *ciuffi branchiali* posti attorno alla bocca; nelle Oloturie per mezzo dei così detti *polmoni acquatici*. La riproduzione è sessuale, e dall'uovo si sviluppa una larva a simmetria bilaterale che subisce poi profonde metamorfosi.

Gli *Echinodermi* comprendono le seguenti classi: *Asteroidi*, *Ofiuroidi*, *Oloturoidi*, *Crinoidi*, *Echinoidi*.

Asteroidi.

Appartengono a questa classe, oltre alla *Stella di mare* già descritta, diverse altre specie di Asterie.

Ofiuroidi.

Appartengono a questa classe le **Ofiure o Stelle serpentine**, così dette perchè hanno le braccia lunghe, sottili e flessibili

Oloturoidi.

Le *Oloturie* sono chiamate anche, per la loro forma allungata, *zucche* o *cetrioli di mare*. L'Oloturia striscia sul fondo del mare con una parte del corpo che si può dire ventrale, fornita di tre ambulacri, mentre la parte dorsale ha gli altri due ambulacri armati di tentacoli e papille sensitive. All'estremità anteriore del corpo si apre la bocca circondata da una corona di tentacoli. L'intestino fa un'ansa e nel suo ultimo tratto (*cloaca*) sboccano due organi respiratori

Fig. 253. – Ricci di mare. (Acquario di Napoli).
(¹/ , della grandezza naturale).

modificati i così detti *polmoni acquiferi*). Questi animali vengono pescati in grandi quantità nei mari della Cina e venduti sui mercati locali col nome di *Trepang*.

Crinoidi.

Il corpo è piccolo in confronto alle braccia molto sviluppate e ramificate, e quasi sempre fissato al fondo per mezzo di una peduncolo. Sembrano fissi sul loro stelo, e perciò furono detti anche *gigli di mare*, quantunque presentino i colori più diversi e vivaci. In alcune specie allo stato adulto il corpo si distacca dal peduncolo e si arrampica sulle piante o su altri corpi sommersi mediante organi prensili simili a cirri (fig. 233).

La Comatula del Mediterraneo (*Antedon rosacea*) (fig. 234) è vivacemente colorata in rosso o in giallo. Molte sono le forme fossili.

Fig. 236. – Struttura di un Riccio di mare.
r) canale ambulacrale; p) pedicellaria (ingrandita)

Echinoidi.

Il Riccio di mare (*Strongylocentrotus lividus*) ha il corpo sferico senza braccia e le piastre calcaree sono saldate insieme a formare una corazza rigida (figg. 235, 236). Le piastre sono unite in modo da formare dieci settori, ognuno costituito da doppie serie di piastre, dei quali cinque *ambulacrali* cioè con piastre forate per

il passaggio dei pedicelli ambulacrali, alternati con cinque *interambulacrali*. Sulle piastre si trovano degli aculei articolati e mossi da muscoli cutanei. La bocca si trova ad un estremo del corpo (in basso) ed è munita di una robusta armatura detta *Lanterna di Aristotile*, fatta di pezzi calcarei mossi da muscoli. All'estremo opposto è l'ano, intorno a cui si trovano piastre, delle quali una funziona da piastra madreporica.

Il *Riccio di mare* appartiene al gruppo degli *Echinoidi regolari*. Vi sono anche *Echinoidi irregolari* con simmetria bilaterale, con tre interradi anteriori (*trivio*) e due posteriori (*bivio*), tra i quali si apre l'ano. In queste forme gli ambulacri non arrivano fino al polo aborale (cioè opposto a quello orale). Di questi moltissime sono le forme fossili.

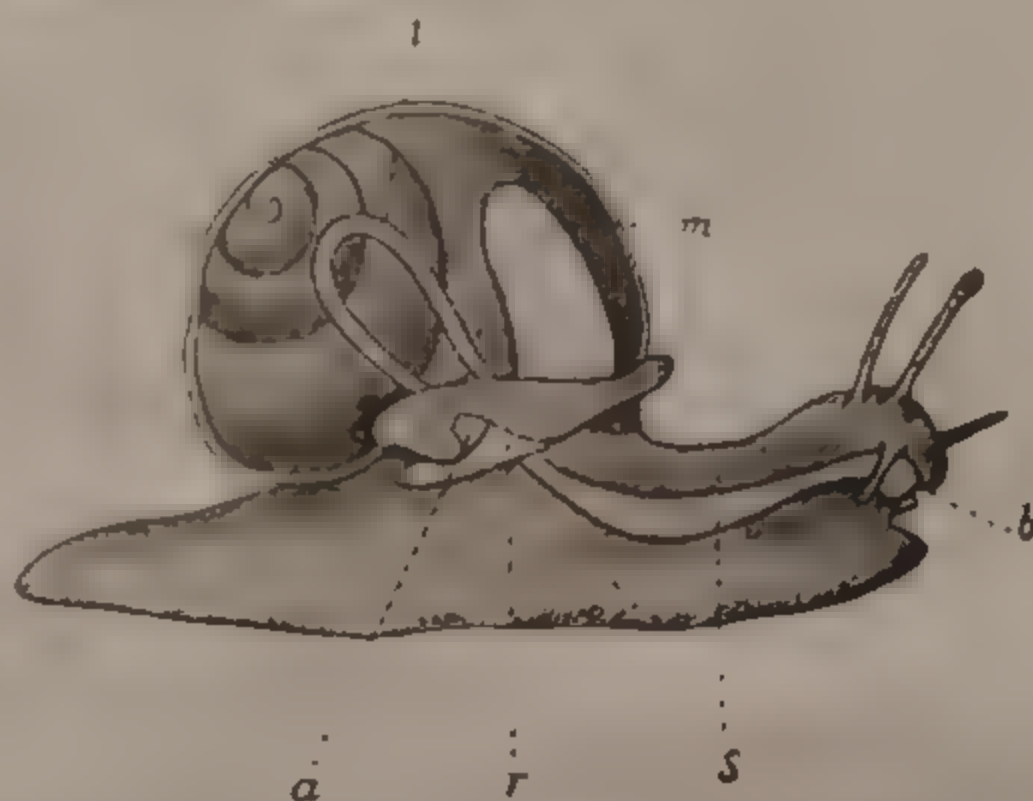



Fig. 237. – Chiocciola. (Anatomia schematica). *b*) bocca; *s*) stomaco; *i*) intestino; *a*) ano; *r*) foro respiratorio; *m*) cavità del mantello.

Tipo: MOLLUSCHI

I Molluschi sono animali *bilaterali, non metamerici, privi di scheletro interno*, dal corpo molle, e dal tegumento provvisto di molte ghiandole mucose. Il corpo è per lo più ricoperto e protetto da una *conchiglia* calcarea. Questa conchiglia viene formata per secrezione di una sostanza detta *conchiolina* nella quale si deposita poi del *carbonato di calcio*. La conchiolina è una secrezione di ghiandole del *mantello*, piega muscolo-cutanea che copre normalmente l'intero sacco viscerale, lasciando solo sporgere in fuori la testa ed il *piede*, organo muscolare che serve per la locomozione (striscio, salto, nuoto). In molti casi il mantello delimita uno spazio respiratorio (la *camera palleale*).

I Molluschi Gasteropodi hanno una tipica *organizzazione asimmetrica* proveniente da metamorfosi di forme simmetriche embrionali. Nel corso dello sviluppo si nota cioè una flessione del corpo con caratteristico avvolgimento ad elica tanto della massa viscerale quanto della conchiglia, per cui la massa dei visceri subisce una torsione su sè stessa intorno ad un asse verticale, di modo che organi i quali dovrebbero trovarsi posteriormente od a sinistra, vengono a trovarsi invece anteriormente o a destra. Organi di senso specifici sono gli *osfradi* e le *otocisti*. L'*osfradio* è un organo olfattivo speciale e la *otocisti* è un organo dell'udito e dell'equilibrio. I Molluschi vivono quasi tutti in mare; molti nelle acque dolci, pochi sono terrestri. Descriveremo di essi principalmente le seguenti classi: *Gasteropodi, Lamellibranchi, Cefalopodi*.

Gasteropodi.

Molluschi con piede ventrale e con conchiglia unica semplice od elicoidale, bocca con radula, occhi tentacolati.

Vediamo come è fatta una **Chiocciola** (*Helix pomatia*) (fig. 237). La parte del corpo dell'animale che sta fuori della conchiglia, quando la chiocciola cammina,

Murex brandaris *Murex tenuispina* *Murex haustellum*

Fig. 238. – Diverse specie di Murici.

è formata da una massa carnosa allungata, piatta al di sotto, e atta a strisciare sul suolo (*piede*), la quale termina con un *capo* posto anteriormente, fornito di un paio di *tentacoli* più lunghi, in cima ai quali si trovano gli occhi, e da un paio di tentacoli più corti, probabilmente organi di senso del tatto. I tentacoli più lunghi sono cavi e gli occhi possono ritirarsi in essi per invaginazione. Anteriormente, in basso, si apre la *bocca* munita di lingua, che è rivestita da una lamella cornea portante denti chitinosi distinti (la *radula*), ed è atta a triturare le erbe. Il resto del corpo coi visceri è contenuto dentro alla *conchiglia* ritorta a spira, con gli *anfratti* o giri avvolti intorno ad un asse detto *columella* aperto in basso con un foro (*ombilico*). Sul lato destro dell'apertura della conchiglia vi è il *forame respiratorio* che immette nella *cavità palleale*, permeata da una fitta rete vascolare, e funzionante perciò da polmone. Sul dorso, in corrispondenza del margine circolare della conchiglia (*peristoma*), si nota la ripiegatura muscolo-cutanea del *mantello*, che avvolge i visceri e lascia fra esso e il piede l'insenatura corrispondente alla cavità palleale.

Fig. 239. – Pteropode (*Cavolina tridentata*), col sacco viscerale chiuso in un guscio sottile (Grandezza naturale).

Gli organi interni sono il cuore, con arterie e vene, lo stomaco, l'intestino, il rene, un grosso fegato con complessa funzionalità digestiva, adipogenica, glicogenica, di riserva, e le ghiandole per la riproduzione (*ermafrodita*). Il sistema nervoso è *gangliare* con gangli bianchicci, distinti in *cerebrali, pedali, viscerali*, uniti da commessure, ed è ritorto anch'esso come il sacco viscerale, con avvolgimento quasi sempre *destrorso*.

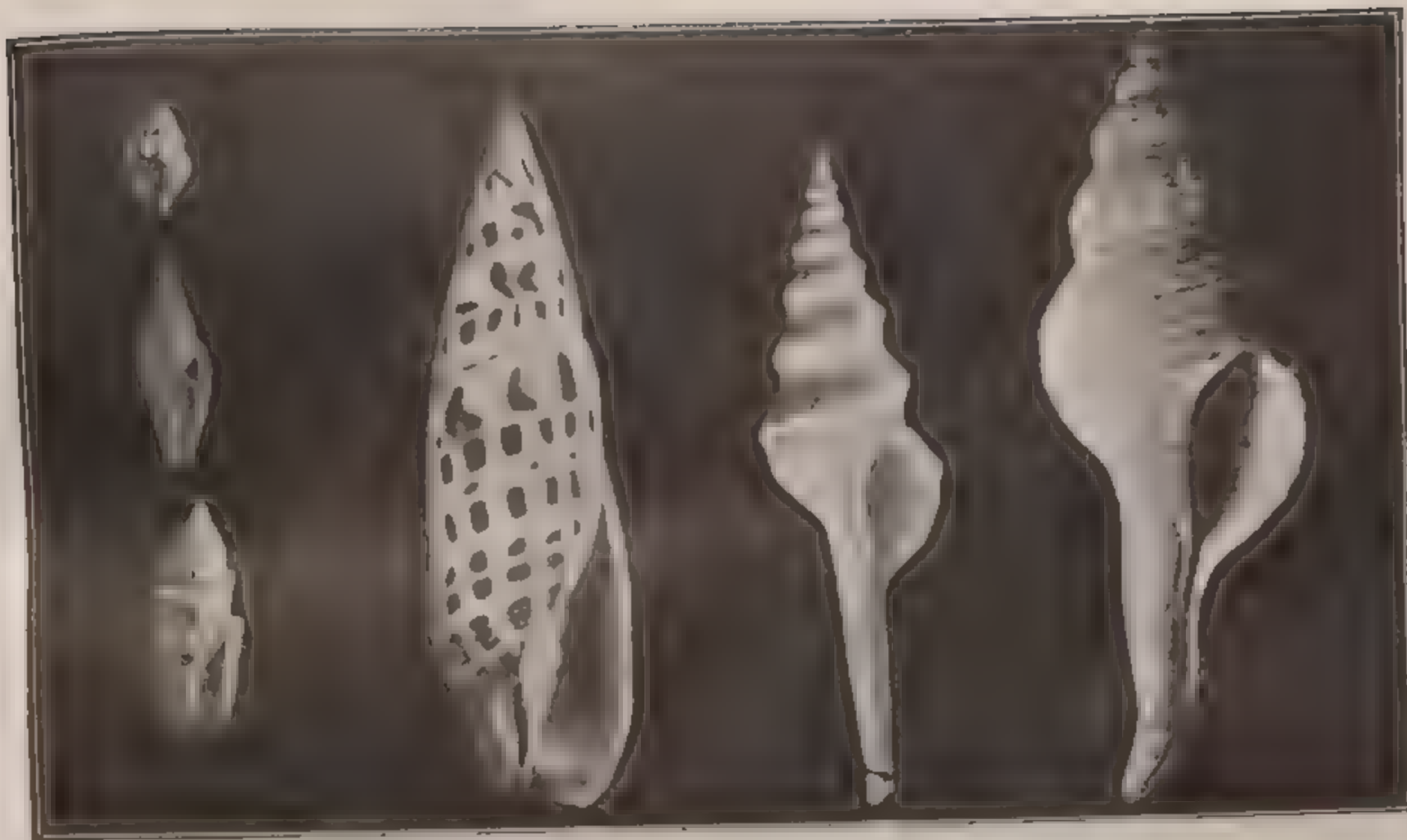



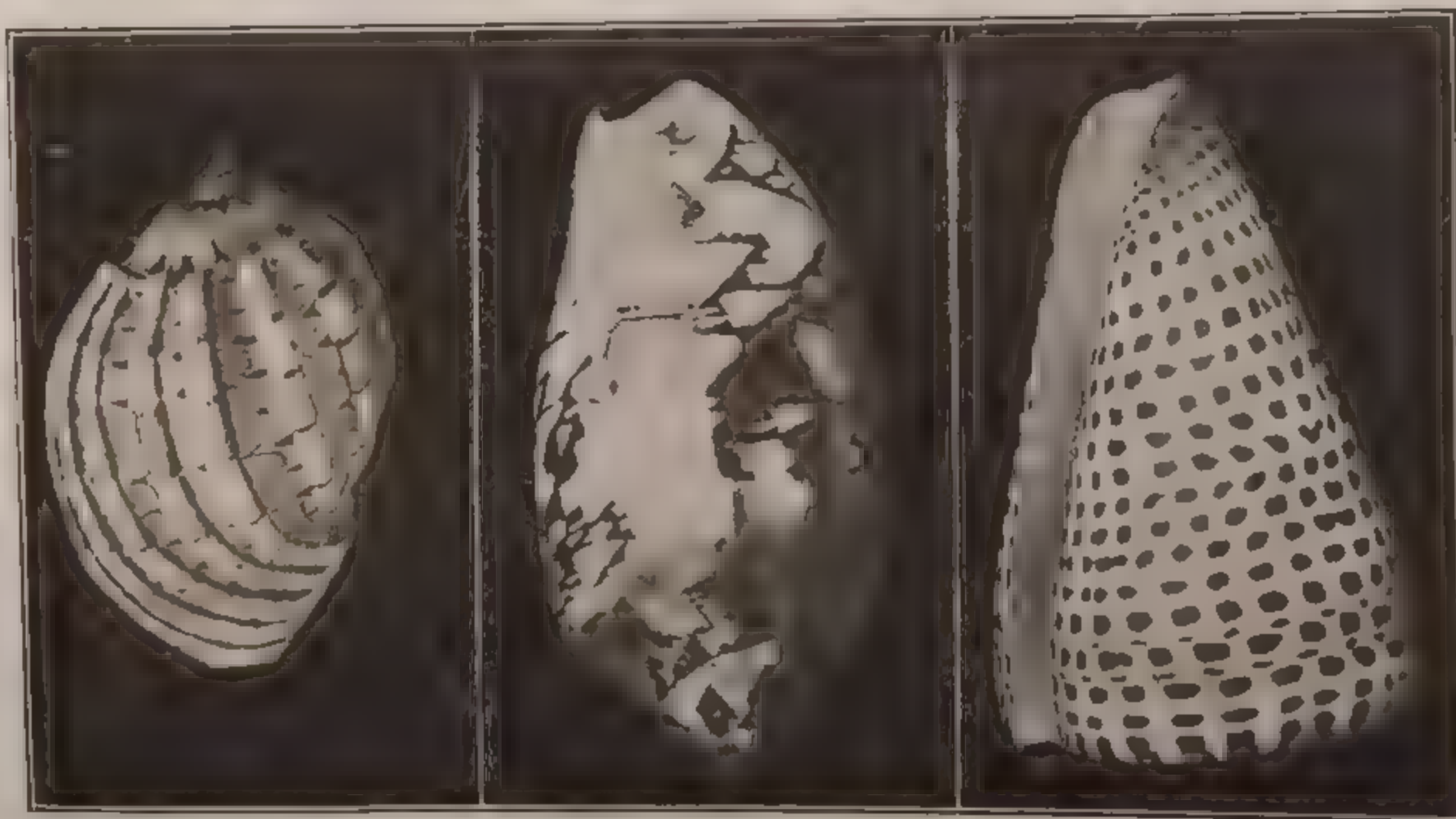
Fig. 240. – Mitre e Fusi

Harpa ventricosa *Voluta imperialis* *Conus literaria*

Fig. 241. – Arpa; Voluta; Cono

Orientando una conchiglia destrorsa col vertice in alto e con l'apertura rivolta all'osservatore, si vede che la spirale della conchiglia sale da sinistra a destra e l'apertura stessa è dislocata dal lato destro, condizione opposta si ha nella sinistrorsa.

Le Chiocciole abitano nei luoghi umidi e freschi, movendosi lentamente e lasciando sulle loro tracce un muco, che, disseccato, ha l'aspetto di una bava

argentina. D'inverno cadono in *letargo* dopo aver chiusa la bocca della conchiglia con una lamina detta *epifragma*. Sono animali di indole pacifica e pigra.

La *Chiocciola* appartiene al Gruppo dei *Gasteropodi* così detti *Polmonati*. A questo gruppo appartengono pure la **Lumaca** (*Limax agrestis*) dalla conchiglia rudimentale; la **Limnea**, (*Limnaea stagnalis*) (fig. 433), che vive nell'acqua degli stagni e ogni tanto deve risalire a galla per respirare. Così pure i **Planorbi** col giro del nicchio che si svolge in un solo piano.

Fig. 242. – *Cardium* con sifoni boccale e cloacale (a sinistra) e piede (a destra).

La maggior parte dei Gasteropodi però sono *marini* e respirano per *branchie* (*Branchiati*). [Le loro conchiglie sono di forme svariatissime e variopinte e perciò ricercate dai collezionisti, il **Murice** (fig. 238) fornisce un liquido giallastro che alla luce diventa rosso e da cui si prepara la porpora. Questo liquido è emesso da una ghiandola speciale: la *ghiandola della porpora* che si trova in prossimità del retto. Fra le molte specie ricordiamo alcuni animali pelagici trasparenti al pari del vetro e di strane forme, come la **Carenaria**, o piccoli animali del gruppo dei *Tettibranchi* con grosse pinne in forma di ali, onde il nome di *farfalle di mare* (fig. 239). Magnifiche conchiglie hanno le **Volute**, i **Coni**, i **Fusi**, le **Mitre** e altri ancora (figg. 240, 241).

La **Patella** ha il nicchio non ritorto e si fissa saldamente col piede che funziona da ventosa agli scogli della zona litorale. Altri hanno la conchiglia in forma di tubo contorto (**Vermeti**).

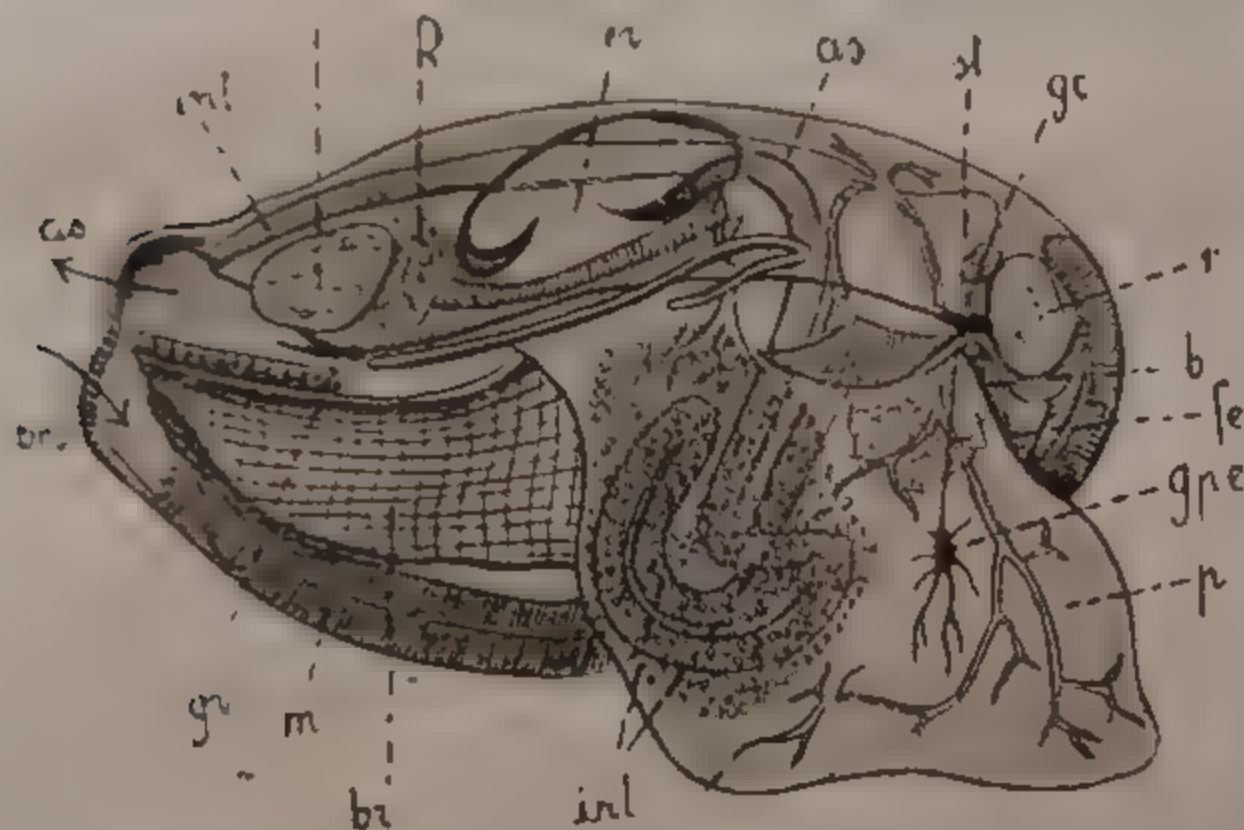



Fig. 243. – Anatomia di un Mollusco bivalve.

brs) sifone branchiale; *as*) sifone anale; *br*) branchie; *b*) bocca; *st*) stomaco; *int*) intestino; *fe*) fegato; *R*) rene (organo di Bojanus); *cr*) cuore, *ao*) aorta; *gc*) ganglio nervoso cerebrale; *gpe*) ganglio pedale; *gv*) gangli viscerali; *m*) margine del mantello; *p*) piede; I e I') muscoli adduttori delle valve (in sezione). L'acqua entra per il sifone branchiale, bagna le branchie, porta il nutrimento alla bocca ed esce per l'intestino dal sifone cloacale.

Lamellibranchi o Bivalvi.

Sono così detti *per la forma delle branchie a lamelle*, e rispettivamente, *della conchiglia a due valve*. E poichè nel loro corpo il capo non è chiaramente distinto, si dicono anche *Acefali*.

Appartengono a questa classe numerose specie comuni anche presso le coste dei nostri mari, come le così dette **Cappe, Telline, Cannuoli** (*Cardium*, fig. 242, *Tellina, Solen*). Le due valve della conchiglia sono tenute insieme per una cerniera o cardine, ed una fascia elastica o *ligamento del cardine* e possono essere chiuse da muscoli posti trasversalmente.

Aperta una conchiglia si nota dapprima, aderente alle valve, il *mantello*: sollevando questo si osservano le *branchie* (fig. 243), in forma di lamelle o frange (onde il nome di *Lamellibranchi*) e, al di sotto ancora, posto di lato, il *piede* per la locomozione. Internamente stanno i visceri. Da una apertura posta lateralmente, spesso prolungata in tubo o sifone (*sifone boccale*), entra l'acqua che passa così a bagnare le branchie, poi per l'esofago va nello stomaco e nell'intestino, cedendo a questo le sostanze nutritizie tenute in sospensione. La porzione ultima

dell'intestino sbocca nel *seno cloacale* posto vicino a quello boccale. Vi è un cuore, un sistema nervoso gangliare, un rene, ecc., come si è detto per i Gasteropodi.

Ricordiamo fra i Lamellibranchi i **Mitili** (fig. 244) con conchiglia nero azzurrognola, forniti delle così dette ghiandole del *bisso* secernenti fili cornei coi quali gli animali si attaccano ai corpi sottomarini; le **Ostriche** di cui si fanno allevamenti artificiali, come a Taranto e a La Spezia; le *Meleagrine* (**Ostriche perlifere**) fra cui la **Meleagrina margaritifera** dell'Oceano Indiano che produce le preziose perle (fig. 245). La perla è una formazione dovuta ad una reazione del mantello determinata dall'azione dei corpi estranei. Infatti un granello di sabbia od un piccolo parassita che irriti il mantello in un punto provoca una secrezione di natura calcarea (madreperla) ed è questa secrezione che, indurendo, forma la perla.

Fig. 244. – Mitili (*Mytilus edulis*).
(½ della grandezza naturale).

Altri Molluschi Lamellibranchi sono le **Foladi**, fosforescenti, e altre specie appartenenti al gruppo dei *Litodomi, ossia perforatori di rocce*, in quanto che si scavano una nicchia nelle rocce sia sciogliendo la sostanza minerale per mezzo di acidi, sia perforando la roccia con movimenti opportuni della loro conchiglia munita di denti e sporgenze che fanno da lima (fig. 246).

Dannosissime alle costruzioni e ai legnami dei porti, delle dighe e delle navi, sono le **Teredini** (*Teredo navalis*), che hanno il corpo allungato, vermiforme, con conchiglia rudimentale (fig. 247).

I **Pettini**, fra cui il *Pecten maximus* (fig. 248), hanno una valva concava ed una piana, con coste raggiate rilevate, occhi luccicanti al margine ingrossato del mantello, e

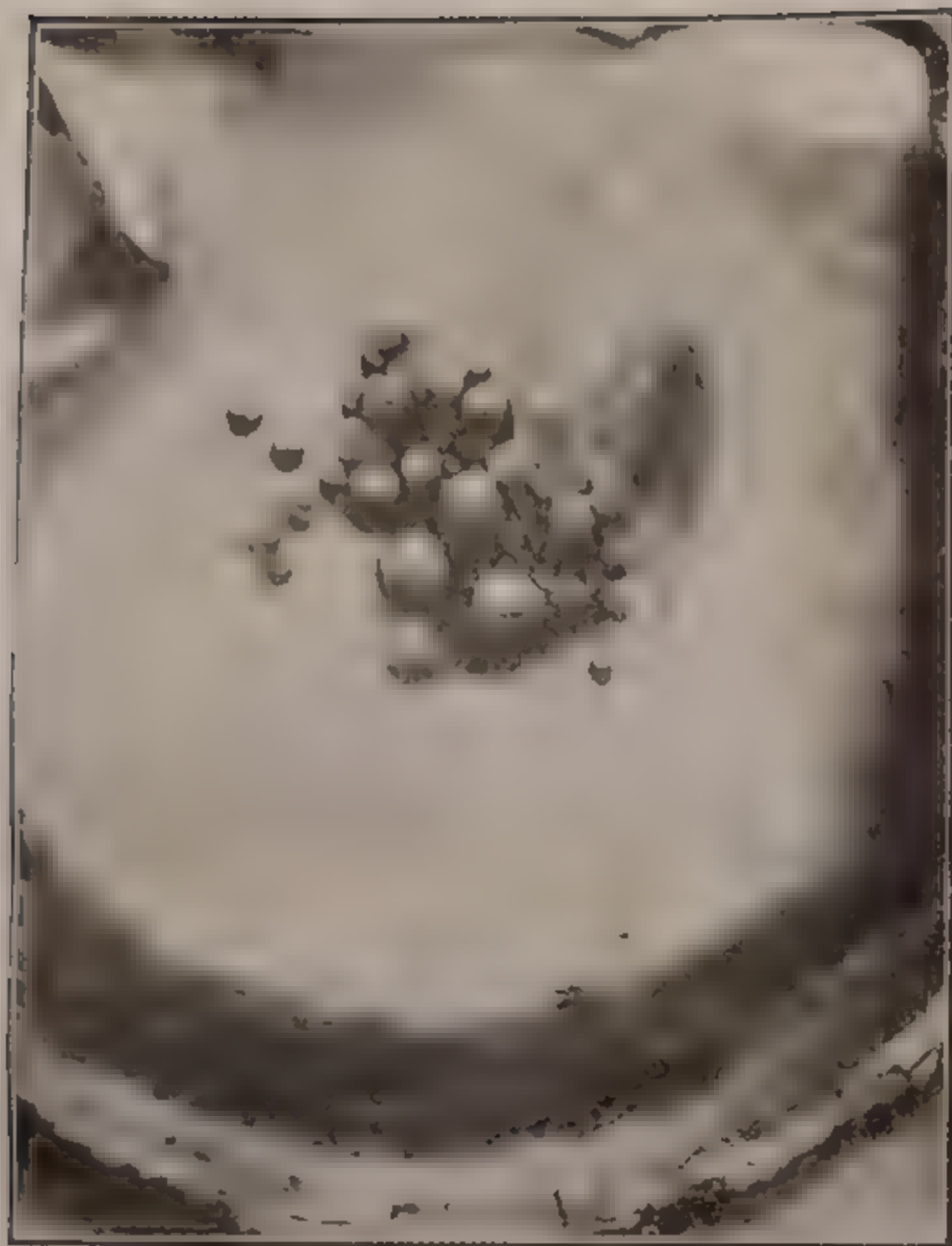



Fig. 245. – *Meleagrina margaritifera* con un gruppo di perle preziose.

Fig. 246. – Foladi in una roccia.

Fig. 247. – Teredine.

si muovono saltando in tutti i sensi, mediante l'apertura e la chiusura rapida delle valve.

Le **Pinne** (fig. 393) sono grosse bivalvi che si fissano nella sabbia con l'estremità sottile della conchiglia.

Cefalopodi.

Molluschi con 8-10 tentacoli intorno alla bocca, forniti di ventose; mantello a sacco, piede trasformato in imbuto.

La comune **Seppia** ha il corpo in forma di sacco, dalla cui apertura superiore sporge la testa, grossa e munita di grandi occhi laterali. La testa porta 10 tentacoli, 8 corti e due più lunghi, muniti di ventose e funzionanti da organi di presa. La bocca è formata da due robuste mascelle che ricordano il becco di un pappagallo. Il mantello è saldato al corpo dalla parte dorsale, mentre dalla parte ventrale si ripiega formando la *cavità palleale*, dalla quale sporge il così detto *imbuto*, cioè il *piede* che ha assunto

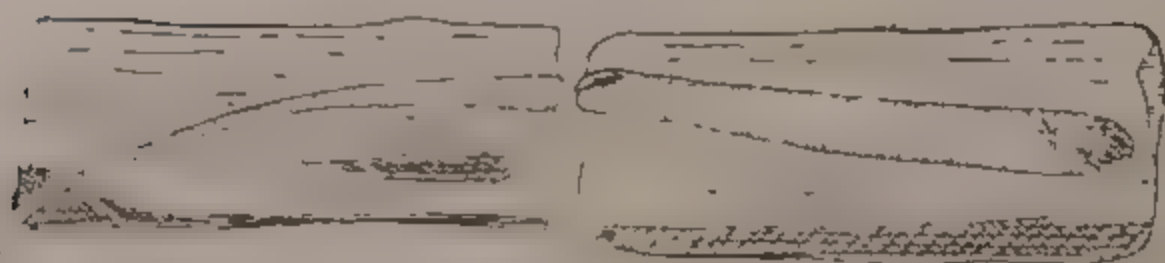
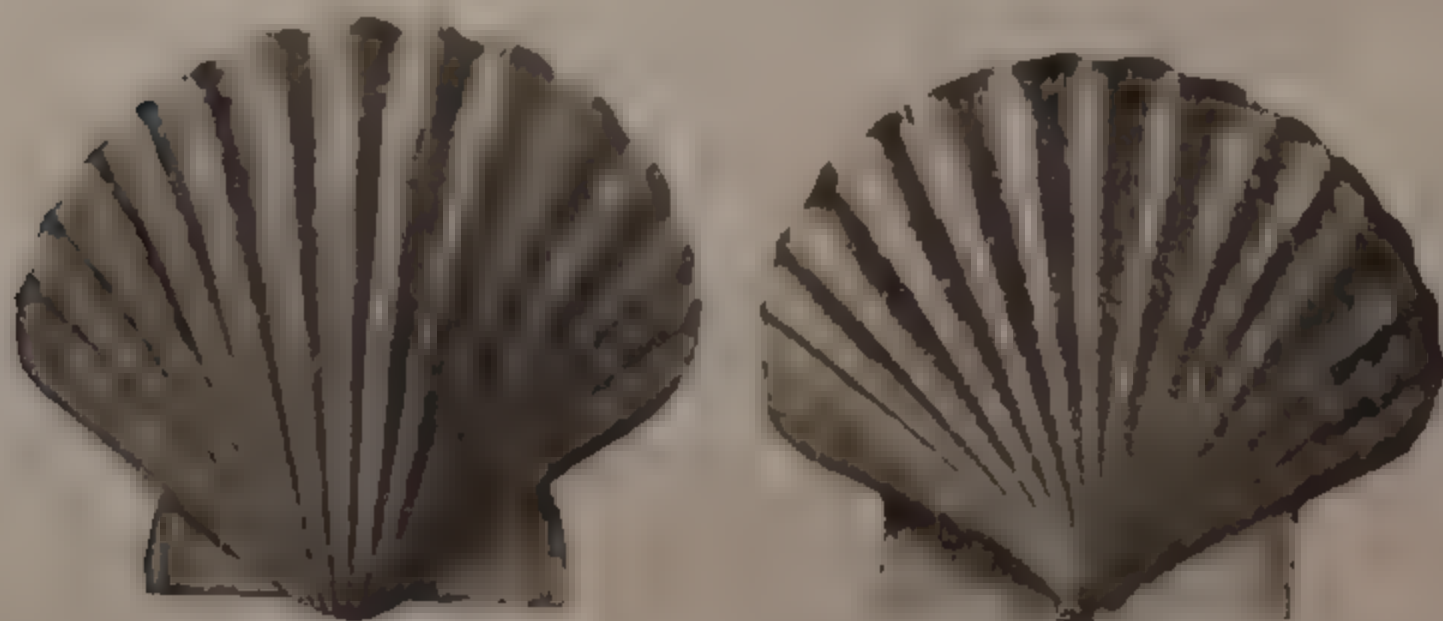



Fig. 248. – Pettine maggiore.

questa forma, e nella quale si trovano le branchie per la respirazione (fig. 249). Nell'interno del mantello, dorsalmente, si trova l'*osso di seppia*, ossia la conchiglia piatta e porosa, rudimento di un'antica conchiglia di cui erano forniti i Cefalopodi fossili dell'era Mesozoica. Una natatoia cutanea circonda il corpo e serve per la locomozione ordinaria: però se l'animale è spaventato fa uscire con forza l'acqua della cavità palleale dall'imbuto e quindi risente una spinta indietro; così a colpi successivi, si ritira, circondandosi inoltre di una densa nube nera che lo sottrae rapidamente alla vista dei suoi nemici. Questa nube nera è prodotta da una sostanza speciale (*inchiostro di seppia*) elaborata da apposita ghiandola e contenuta normalmente nella così detta *borsa del nero*. La Seppia possiede inoltre nella pelle i *cromatofori*, ossia cellule ricche di pigmento, mediante i quali cambia di colore, adattandosi a quello dell'ambiente in cui si trova. Si vedono spesso sulla spiaggia, buttate dal mare, le uova di Seppia con guscio nero molle e piriforme, riunite a grappoli e attaccate a cespugli di alghe o ad altri corpi sommersi (*uva di mare*).

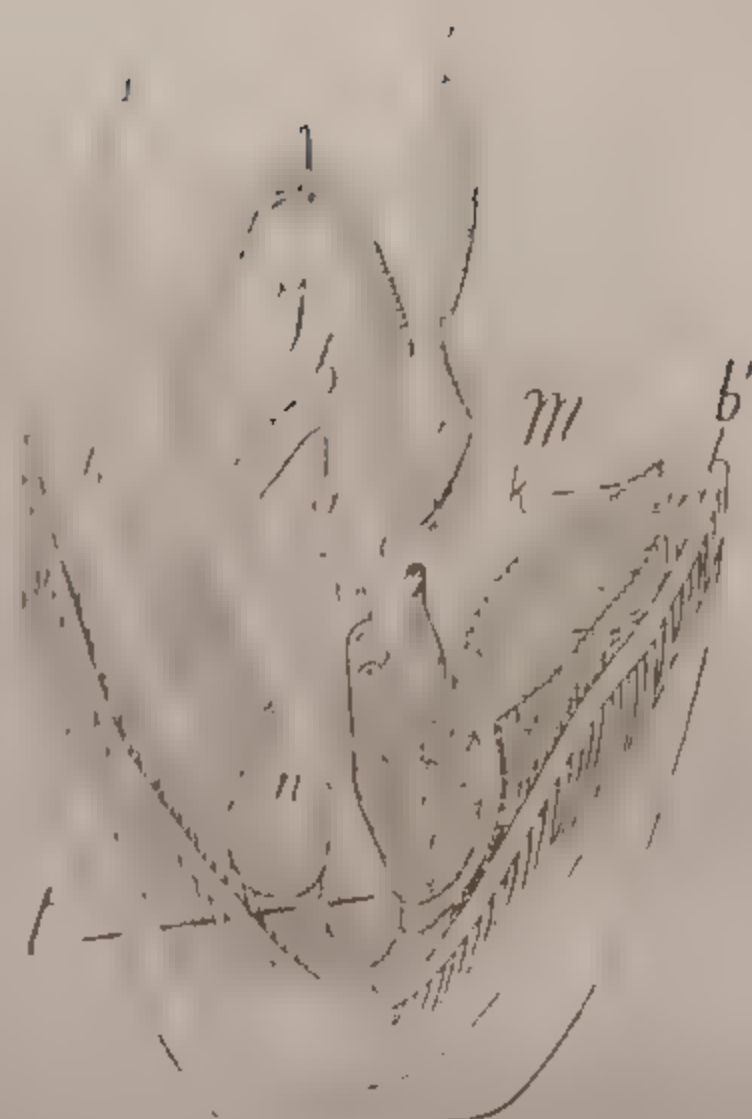



Fig. 249. – *Sepia officinalis*. (Da Hertwig).

Con un taglio mediano è stata aperta la cavità palleale per mostrare: *k*) branchie, *o*) orifizio genitale; *n*) reni; *a*) ano; *b*) protuberanze che si insinuano nelle infossature *b'*; *M*) mantello; *I*) imbuto con sonda nell'interno; *t*) borsa del nero. Il sacco renale sinistro è aperto.

Altri Cefalopodi sono: il **Calamaro** (*Loligo vulgaris*) (fig. 250); il **Polpo comune** (*Octopus vulgaris*) (figg. 251, 252), predone scaltro e robusto che aspetta la preda nascosto nelle fessure delle rocce; l'**Argonauta** (*Argonauta argo*) (fig. 253), la cui femmina ha due braccia dorsali dilatate, che segregano una particolare conchiglia a pareti sottili, nella quale vengono deposte le uova, ed è specie dei mari caldi. Ai *Tetrabranchiati* appartiene il genere **Nautilo** (fig. 254), con specie viventi negli oceani Pacifico e Indiano, assai interessante perchè munito di conchi-

Fig. 250. – Il Calamaro (*Loligo vulgaris*). (Lungo fino a 20 cm.).

Fig. 251. – Polpo
(Lunghezza fino a 1 metro compresi i tentacoli).

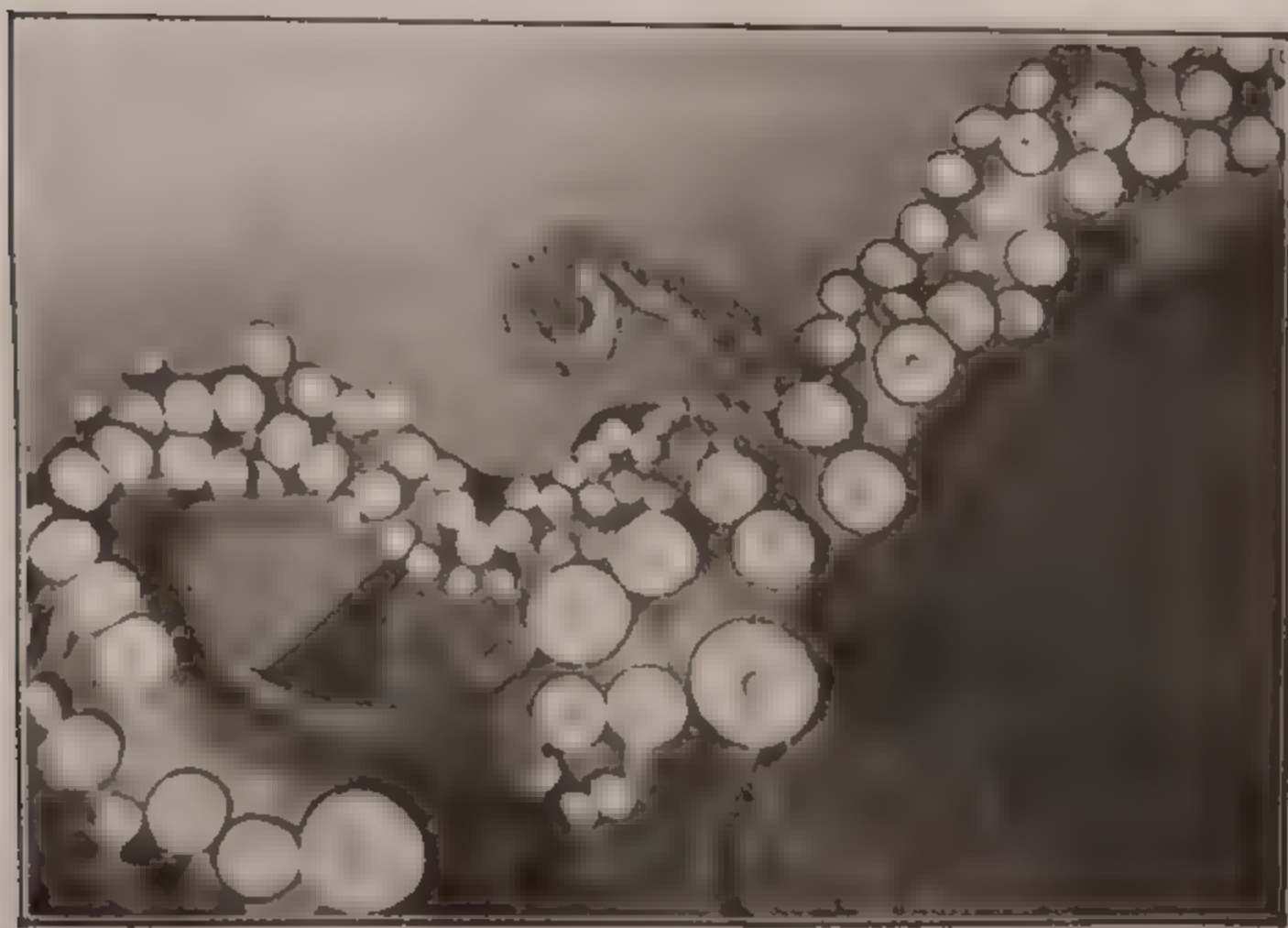



Fig. 252. – Ventose di Polpo (*Octopus vulgaris*).

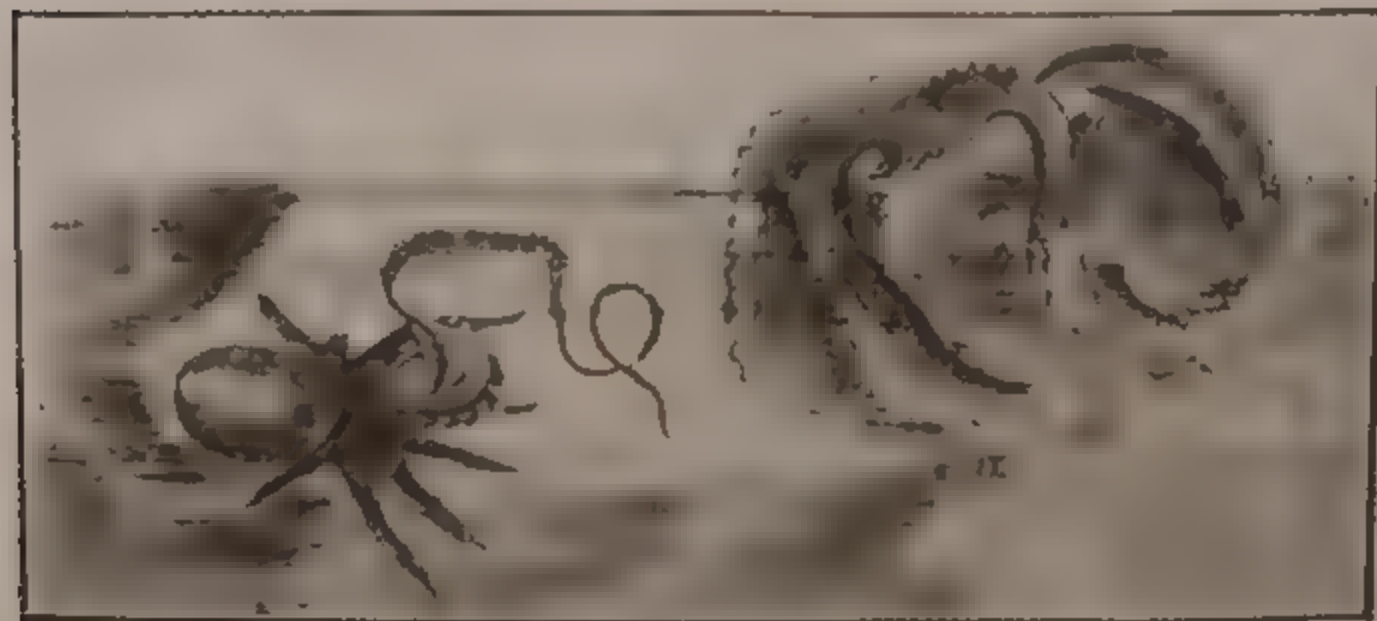



Fig. 253. - L'argonauta (*Argonauta argo*). A sinistra il maschio; a destra la femmina munita di conchiglia.
(1/[illegible] della grandezza naturale).

glia concamerata sul tipo di quella delle *Ammoniti*, specie fossili vissute nell'era secondaria, e di cui esso è l'ultimo rappresentante.

Tipo:
ARTROPODI

Gli animali appartenenti a questo tipo hanno, in generale, il corpo diviso in segmenti (*metameri*); appendici locomotorie articolate (onde il nome da: *artos* e *podos*); la pelle indurita simile a una corazza e formante come uno scheletro esterno (*esoscheletro*) per la presenza di una sostanza proteica detta *chitina* mista ad altre sostanze minerali.

Gli **Artropodi** si dividono in *Insetti*, *Aracnidi*, *Miriapodi*, *Crostacei*.

Prima Classe.
INSETTI

Struttura del corpo di un Insetto. – Nel corpo di un Insetto si distinguono tre parti: il *capo*, il *torace*, l'*addome* (figg. 255 *a* e *b*).

Il *capo* porta le *antenne*, organi di senso e di tatto; gli *occhi* posti lateralmente e caratteristici (*occhi composti*). Infatti la loro superficie è sfaccettata, e ad ogni

faccetta, a contorno esagonale, corrisponde un *occhio semplice* (fig. 256); ossia un occhio munito di cornea, lente cristallina e retina; l'insieme di questi occhi semplici forma dunque un *occhio composto* (fig. 257). Secondo MULLER gli Insetti hanno una visione degli oggetti a *mosaico*, ossia vedono un oggetto come se fosse formato da tanti piccoli pezzi messi insieme. Questi *occhi composti* servono specialmente per la visione a distanza; per la visione degli oggetti vicini servono gli *ocelli* od occhi semplici, posti, in numero di tre generalmente, sul capo, in avanti. La *bocca* è formata di varî pezzi: un *labbro* superiore ed uno inferiore; un paio di *mascelle* e un paio di *mandibole* con *palpi* labiali e mascellari, se l'Insetto è adatto a masticare il cibo (apparato boccale ma-

Fig. 254. – Il Nautilo (*Nautilus pompilius*). (1/4 della gr. nat.).

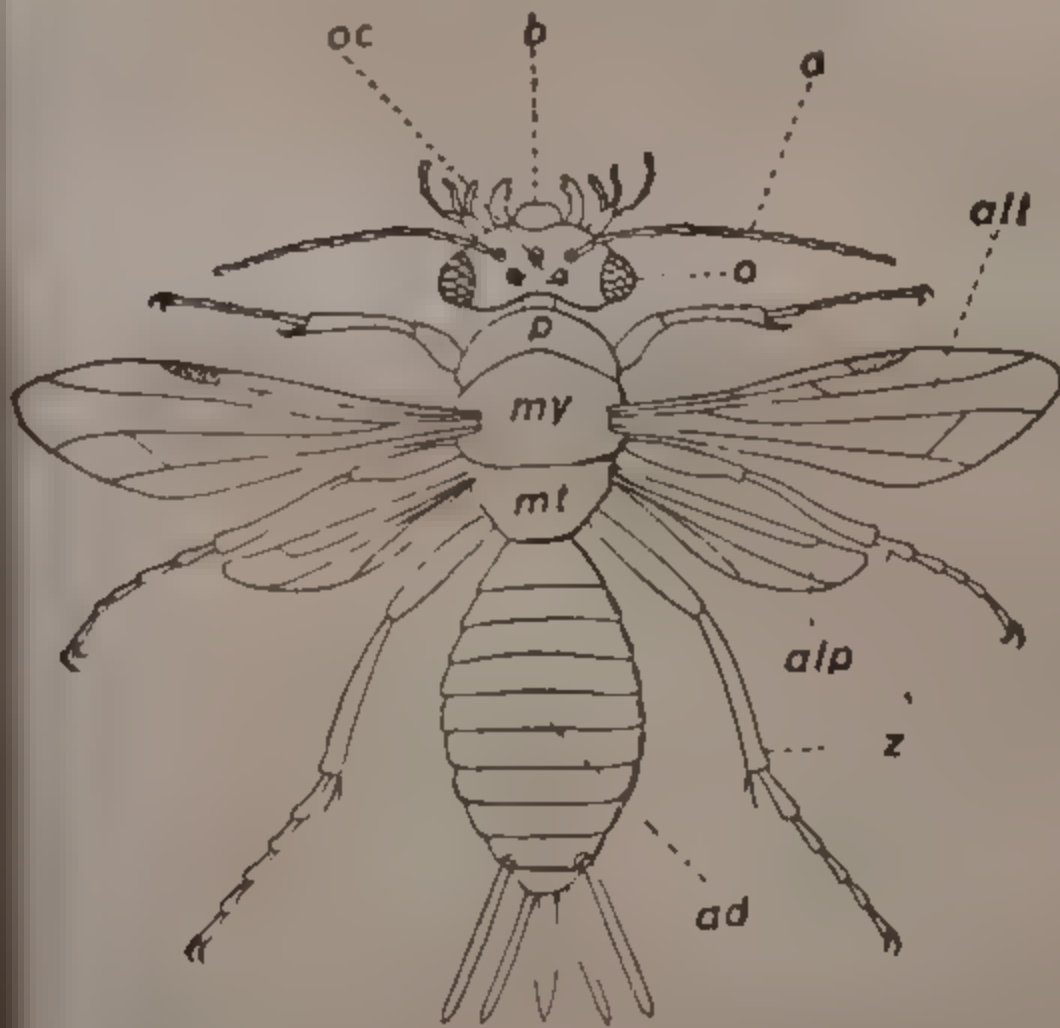



Fig. 255 *a*. – Un Insetto visto dal lato dorsale
a) antenne; *b*) labbro sup.; *oc*) ocelli; *o*) occhi composti; *p*) protorace; *my*) mesotorace; *mt*) metatorace; *all*) ali ant.; *alp*) ali post.; *z*) zampe; *ad*) addome

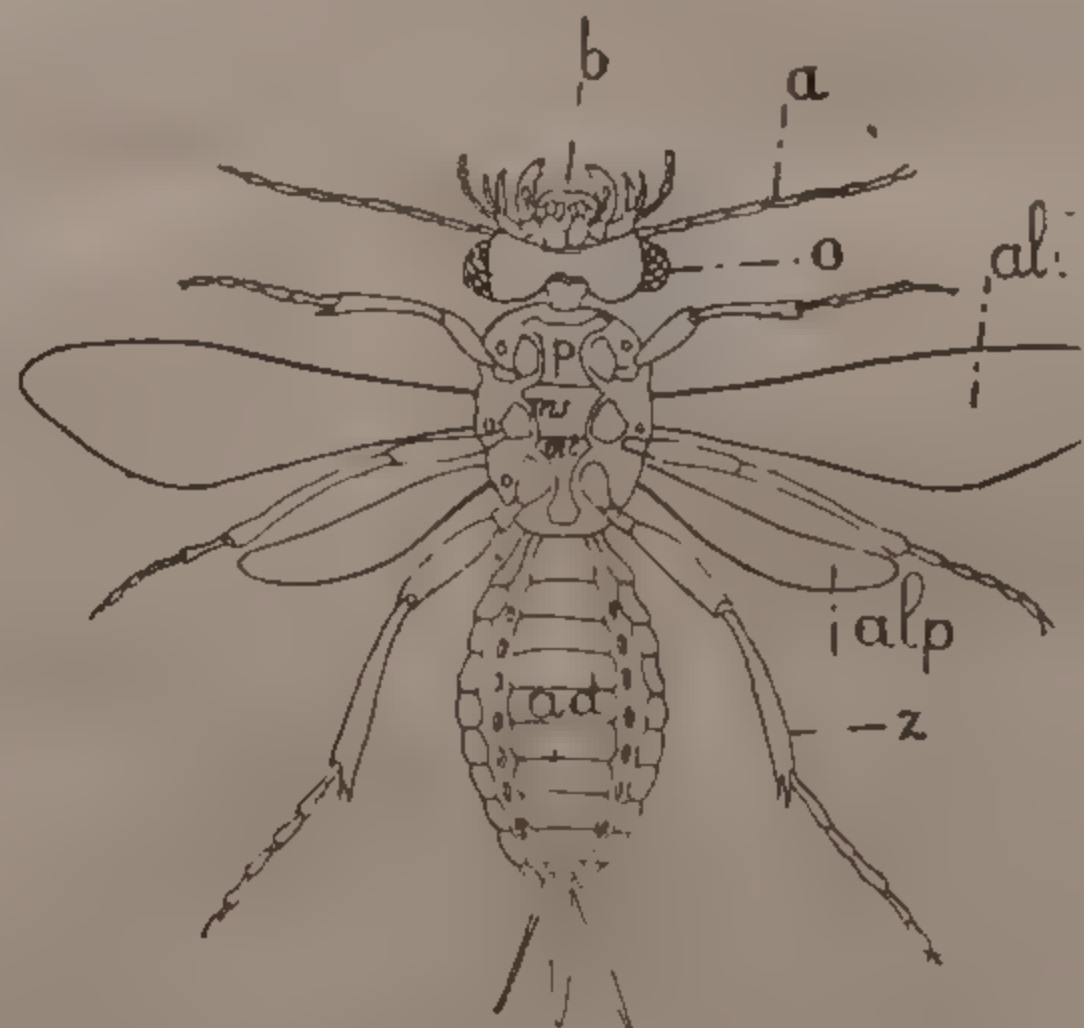



Fig. 255 *b*. – Un Insetto visto dal lato ventrale.
a) antenne; *b*) labbro superiore; *o*) occhi composti; *p*) protorace; *ms*) mesotorace; *mt*) metatorace; *ad*) addome; *all*) ali anteriori; *alp*) ali posteriori; *z*) zampe.

sticatore) (fig. 258). Questo apparato boccale varia, però, a seconda che l'Insetto è succhiatore (es.: Farfalla), nel qual caso vi è una proboscide; oppure è perforante e succhiatore insieme come, ad es., nella Zanzara. Il *torace* si divide in tre parti: *protorace, mesotorace, metatorace.* A queste tre parti stanno attaccate inferiormente le *zampe* in numero di *sei*; un paio per ogni segmento (onde il nome di *Esapodi* dato anche agli Insetti). In ogni zampa si distinguono cinque pezzi: l'*anca*, il *trocantere*, il *femore*, la *tibia*, il *tarso* (fig. 259). Al *meso* e al *metatorace*, superiormente, si inseriscono le *ali*; due paia di ali quindi (meno i *Ditteri* che ne hanno un paio solo, come le Mosche, ad es.), le quali possono essere di forma e di consistenza varia.

L'*addome* è diviso in segmenti. Ai lati dell'addome si aprono dei forellini detti *stigmi*, che servono per la respirazione. Infatti, attraverso questi forellini penetra l'aria, la quale passa in tubulini rinforzati da tanti anelli (*trachee*), (fig. 260) che si diramano in tutte le parti del corpo, anche le più minute, portando l'ossigeno a contatto dei tessuti e riportando all'esterno l'aria ricca di anidride carbonica.

Fig. 257. – Occhio composto di un Insetto. (Sezione).

La circolazione del sangue è regolata da un *vaso dorsale* (fig. 261) che pulsando ritmicamente come un cuore, da dietro in avanti, spinge il sangue in un'*aorta* che lo porta nelle cavità del corpo e da queste ritorna al cuore (circol. *vascolare lacunare*). Il sangue quindi provvede solo alla nutrizione dei tessuti e alla eliminazione delle sostanze di escrezione. L'apparato digerente è distinto in un intestino *anteriore*, *medio* e *posteriore*. Dove si inizia l'intestino posteriore, si inseriscono i *tubi di Malpighi*, interpretati come organi escretori (fig. 262).

Fig. 256. Ommatidio. (Schema da HERTWIG). *l*) lente corneale; *K*) corpo cristallino con cellule cristalline; *KZ*) visto trasversalmente; *RZ*) cellule retiniche con *R*) e sezione trasversale a lato.

Il *sistema nervoso è gangliare*, con un cingolo *periesofageo* cui segue una serie di gangli ventrali (fig. 263). Esso sta nella parte ventrale del corpo, a differenza di quanto avviene nei Vertebrati.

La *riproduzione* è sessuale e lo sviluppo si compie con una metamorfosi caratteristica. Le uova, infatti, danno luogo alla formazione di una *larva* che ha l'aspetto di un verme (il così detto *bruco*); in seguito que-

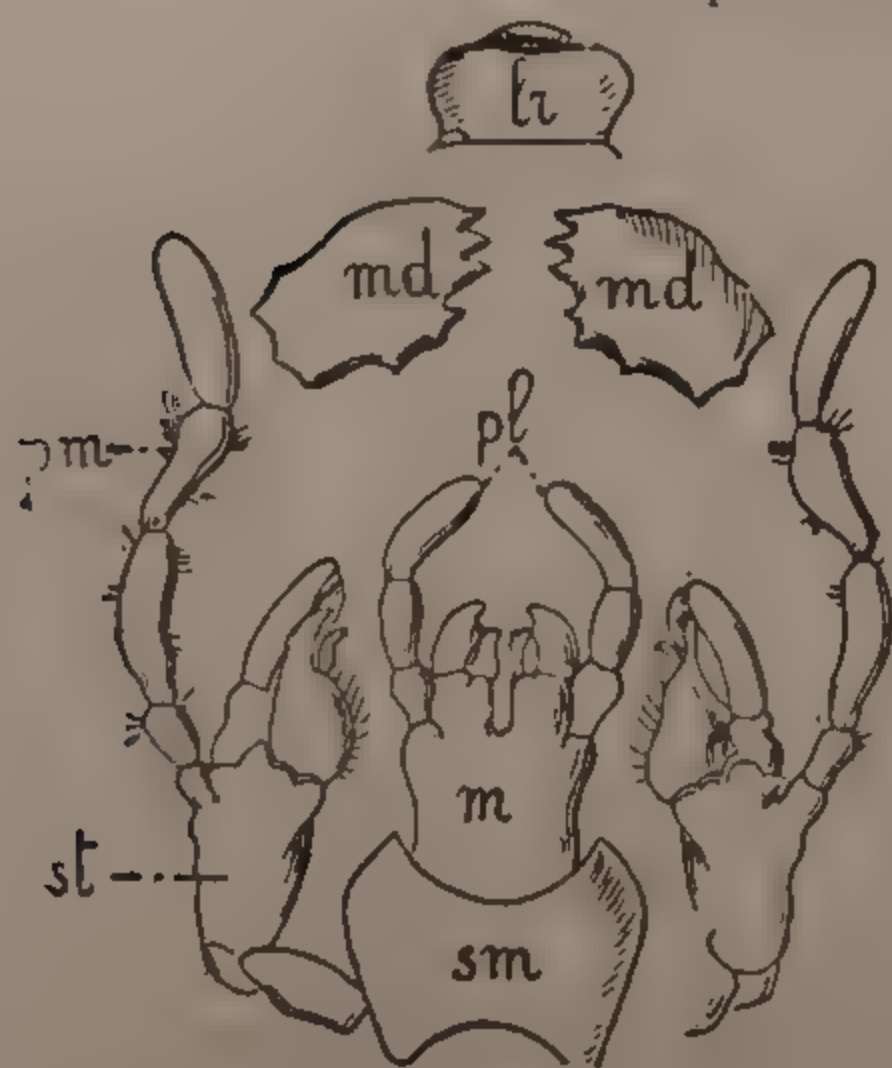



Fig. 258. Apparato masticatore di Blatta. *lr*) labbro superiore; *md*) mandibole; *pm*) palpo mascellare; *pl*) palpi labiali del labbro inferiore; *st*) stipite; *sm*) submento; *m*) mento.

Fig. 259. Zampa di un Insetto.

Fig. 260. Frammento di trachea di un Insetto.

sto cessa di crescere e si trasforma in *pupa* o *crisalide* o *ninfa*. Da ultimo si sviluppa l'*immagine* o *insetto perfetto* (fig. 264)

Quando la *metamorfosi* passa regolarmente per questi tre stati: *larva*, *crisalide*, *immagine*, si dice *completa*; *incompleta* se manca di uno o tutti e due questi stati di transizione. Si dicono *Ametaboli* gli Insetti che sono privi di metamorfosi, come i Tisanuri.

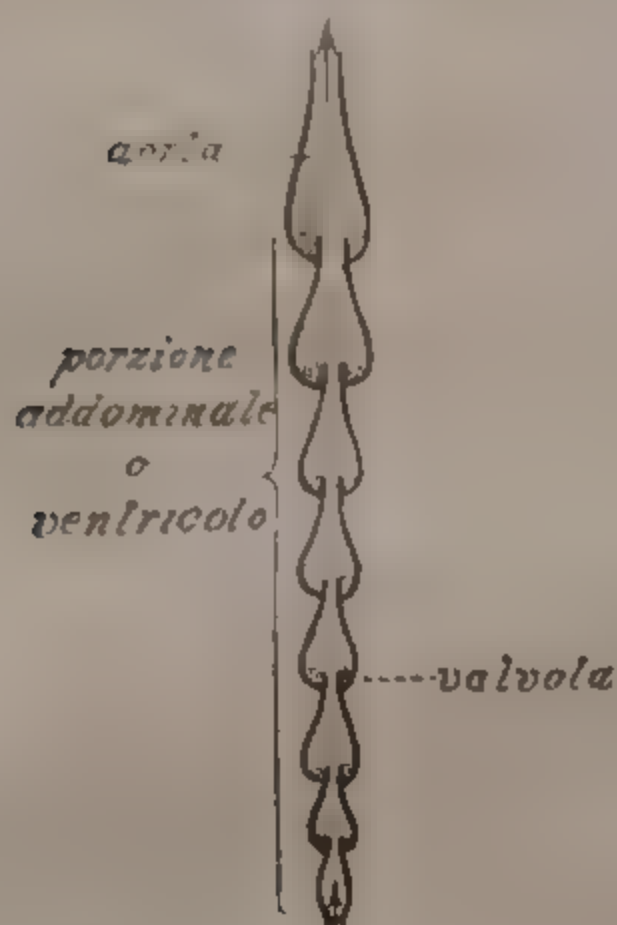



Fig. 261. – Apparato circolatorio di un Insetto.

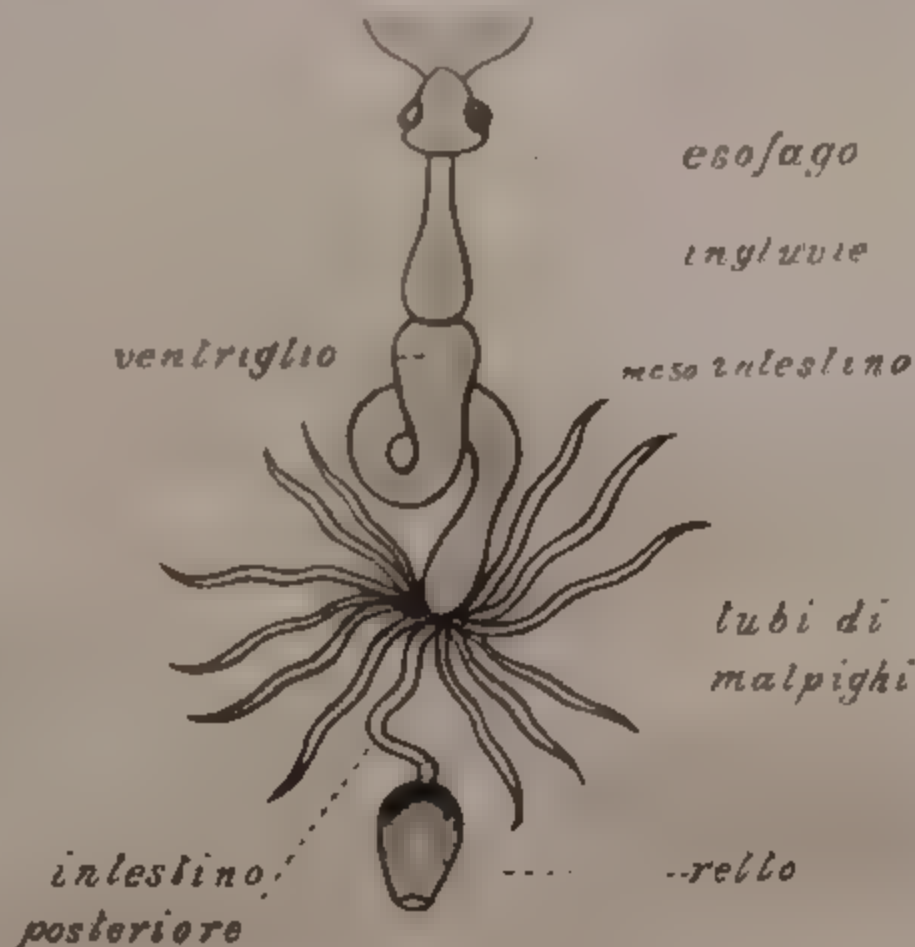



Fig. 262. – Apparato (schematizzato) digerente di un Insetto.

CLASSIFICAZIONE. – Gli Insetti comprendono i seguenti Ordini: Coleotteri, **Lepidotteri**, **Imenotteri**, **Ditteri**, **Neurotteri**, **Rincoti**, **Pseudoneurotteri**, **Ortotteri**, **Tisanuri**. Gli Ortotteri, i Pseudoneurotteri e i Rincoti sono a metamorfosi incompleta (***Eterometaboli***); gli altri (meno i Tisanuri) sono a metamorfosi completa (***Olometaboli***).

Coleotteri. – Si distinguono i *Coleotteri* dagli altri Insetti per avere il primo paio di ali indurite e trasformate in *elitre*, inadatte al volo; a questo provvedono le ali posteriori membranose e pieghevoli che allo stato di riposo stanno sotto alle elitre.

Numerosissime sono le specie di Coleotteri. Ricordiamo: il **Maggiolino** (*Melolontha vulgaris*) (fig. 265), assai dannoso alle coltivazioni, anche allo stato di bruco, poichè questo vive tre anni sottoterra distruggendo le radici delle piante. Il Maggiolino (così detto perchè fa la sua comparsa generalmente in maggio) porta sul capo antenne corte terminate da lamelle, ha apparato boccale masticatore, elitre rossastre; l'ultimo anello dell'addome ripiegato e terminato in punta. Anche le antenne e le zampe sono di colore rossastro.

Fig. 263. – Sistema nervoso (schematico) di un Insetto.

c) gangli cerebrali; e) gangli esofagei; g) gangli toracici; d) gangli addominali con nervi.

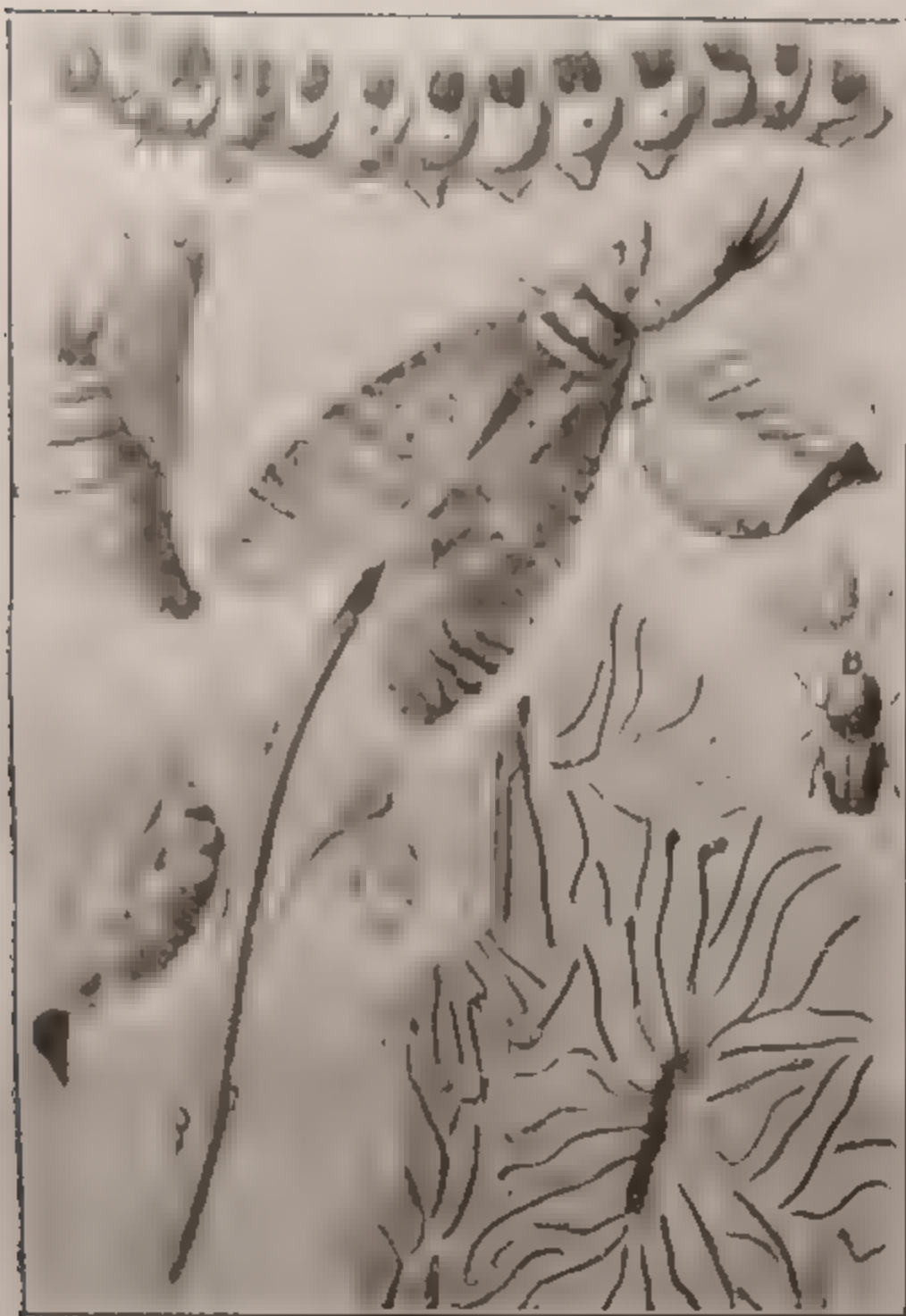



Fig. 264. – I devastatori dell'Olmo.
Cosso perdilegno: 1 *a*) larva. — 1 *b*) crisalide; — 1 *c*) farfalla. *Scolito*: 2 *a*) larva. — 2 *b*) insetto perfetto; 2 *c*) gallerie scavate dal bruco.

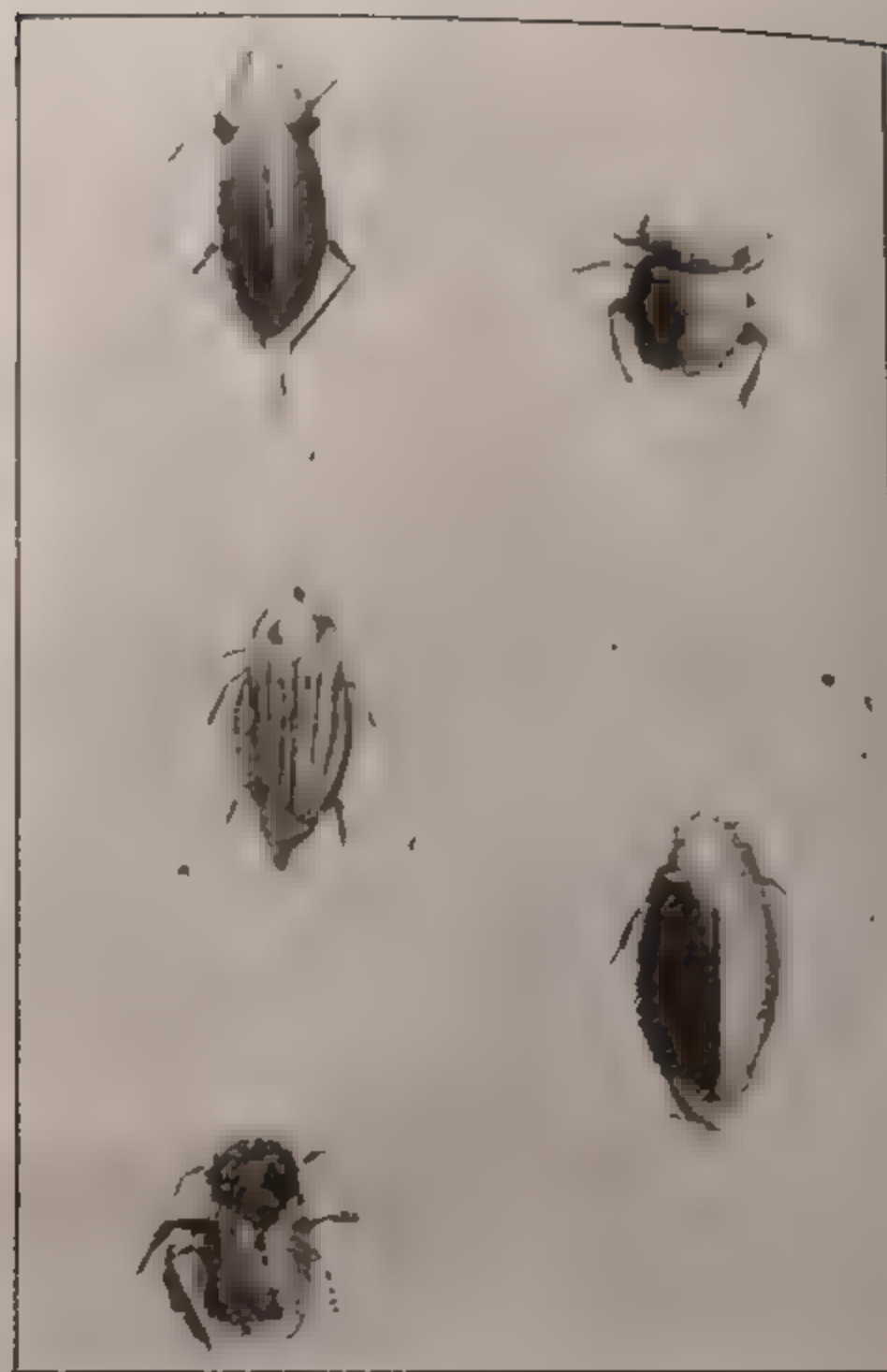



Fig. 265. – A sinistra, dall'alto verso il basso: Il Carabo; il Maggiolino; il Bombo (Imenottero); a destra: Geotrupo. Ditisco (1/2 della gr. nat.).

Fig. 266. – Maggiolino marmoreggiato, maschio e femmina (inferiormente); di sopra: uno Scarabeo maschio e femmina.

Una specie più grossa della precedente è il **Maggiolino marmoreggiato** (*Melolontha fullo*) (fig. 266), così detto perchè le sue elitre sono marmoreggiate di bianco. Vive di preferenza nei luoghi secchi e arenosi. Lo **Scarabeo sacro** (*Atheucus sacer*) (fig. 267), frequente a vedersi sulle spiagge, in estate, occupato a trascinare con le zampe pallottole di sterco delle quali si serve per deporvi le uova, giacchè le larve che schiuderanno si cibano di tale sostanza. Il **Cervo volante** (*Lucanus cervus*) (figg. 268, 269), è un grosso Coleottero, notevole per il suo *dimorfismo sessuale*. Infatti il maschio si distingue dalla femmina per avere le mandibole assai sviluppate e ramificate a guisa delle corna di un cervo. I **Necrofori** seppelliscono i cadaveri di animali, come topi, ad es., per impedire che altri divoratori si impadroniscano della preda destinata alle loro larve (fig. 270). Fra i *Lampiridi*, le **Lucciole** mandano luce fosforescente di notte per richiamo dei sessi. Altri rodono il legno come lo **Scolito** (fig. 264) e gli **Anobi** (i comuni *tarli* .

Cerambici portano lunghe antenne articolate (fig. 271). I **Carabi**, neri, con riflessi metallici, sono insetti rapaci e aggressivi (fig. 272). I piccoli **Bombardieri** sono così detti perchè se inseguiti si difendono lanciando fuori dall'intestino spruzzi di un liquido caustico acido ed odoroso (fig. 272). Gli **Idrofili** e i **Ditischi** sono adattati alla vita acquatica, avendo il corpo di forma ellittica e le zampe appiattite a guisa di remi (figg. 265 e 273). Bellissime le **Cetonie**, verdi dorate (fig. 274).

Lepidotteri. – A questo Ordine appartengono le *Farfalle*, caratteristiche per avere le due paia di ali costituite da una sottile membrana incolore, coperta sulle due facce da una polvere che, vista al microscopio, si mostra formata di minute squammette disposte in serie e ricoprentisi a guisa delle

Fig. 267. – Lo Scarabeo sacro (1) (gr. nat.).
2. Lo Scarabeo che fa rotolare la sua pallottola
3. La pallottola viene rotolata nella tana.

Figg. 268-269. – Il Cervo volante (*Lucanus cervus*) (gr. nat.)
Insetto perfetto, larva e ninfa.

Fig. 270. — Diverse specie di necrofori appartenenti a Ordini diversi.
1. Stafilino. — 2. Silfa dal corsaletto rosso. — 3. Silfa sinuata. — 4. Necroforo germanico. — 5. Necroforo vespillo. — 6. Isterino dei cadaveri. — 7. Saprino. — 8. Sarcofaga. — 9. Calliphora. — 10. Mosca verde; 11. Mosca delle stalle.

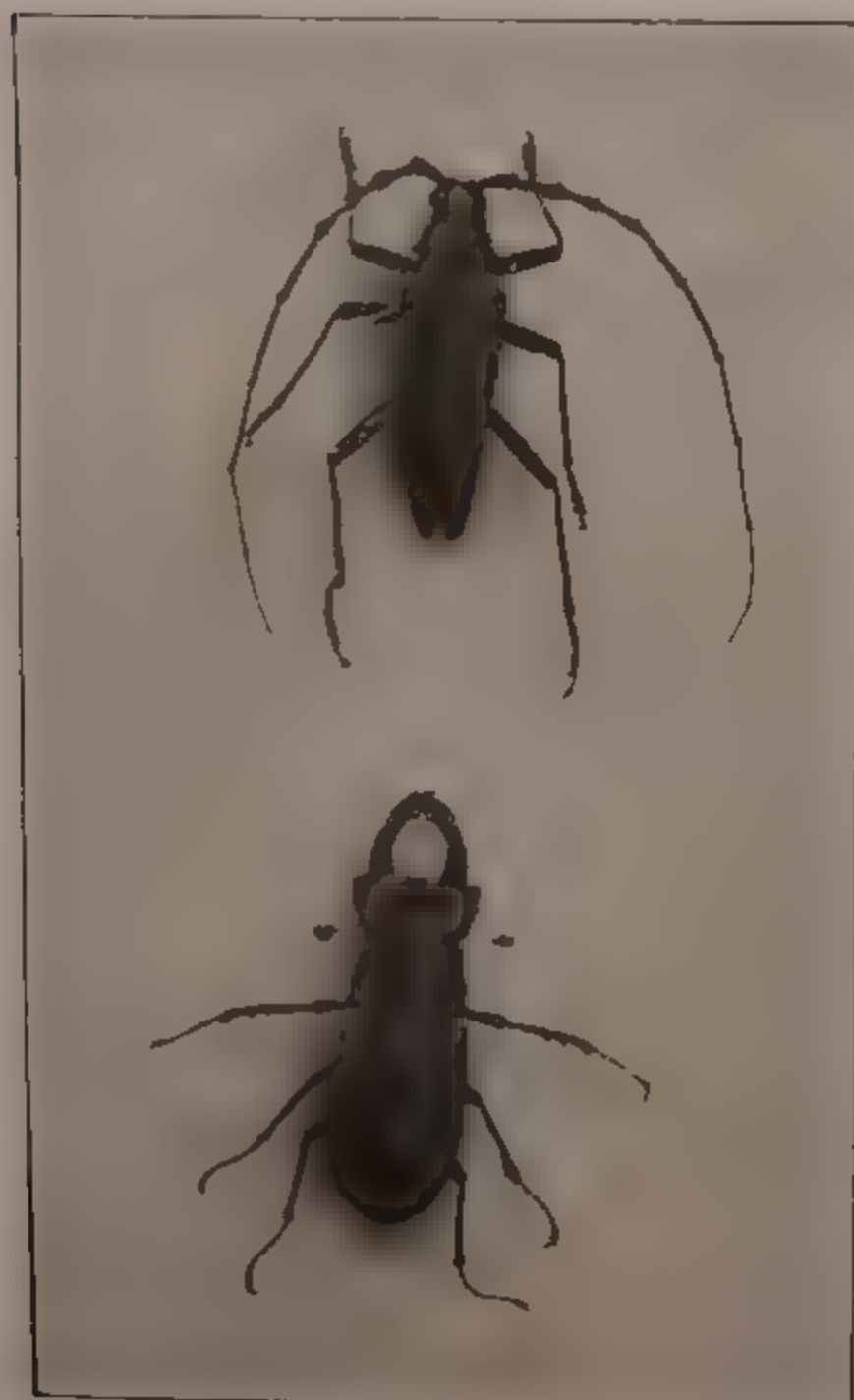



Fig. 271.
In alto: Cerambice;
in basso: Cervo volante (1/2 gr. nat.).

tegole di un tetto. (Il nome di *Lepidotteri* deriva appunto dal greco *lepis* = squamma e *pterus* = ala). Queste squamme danno alle ali quei colori che costituiscono una delle più belle attrattive delle Farfalle, tanto sono vari e ricchi di toni e di sfumature. Le Farfalle si cibano per lo più del nettare dei fiori. Il loro apparato boccale è foggiato a proboscide, la quale durante il riposo sta avvolta a spirale.

Le Farfalle si distinguono in *diurne* e *notturne*. Le prime si riconoscono perchè quando stanno posate tengono le ali in posizione verticale, in modo che le loro pagine superiori si toccano, e in questo modo l'Insetto guardato dall'alto offre poca superficie e quindi è poco visibile (*mimetismo protettivo*): le seconde tengono le ali aperte e inclinate a *tetto*; spesso quelle anteriori, poco appariscenti, coprono quelle posteriori fornite invece di vivaci colori, e anche questo costituisce per l'Insetto un valido mezzo protettivo mimetico contro i suoi nemici.

Farfalle diurne sono, ad es., la comune **Cavolaia** (*Pieris brassicae*) (fig. 275), così detta perchè depone le uova sulle foglie

dei cavoli. Dalle uova nascono bruchi verdognoli che divorano le foglie recando danno alle coltivazioni. Raggiunto il suo massimo sviluppo, il bruco sale sui muri o sui tronchi degli alberi e si impupa. La Cavolaia ha le ali bianche con macchie nere. Ali bianche ha pure la Pieride del biancospino (fig. 276).

Altre Farfalle diurne con ali variopinte sono, ad es., il **Macaone** (fig. 277), le Vanesse; le **Licene**, farfalline variopinte che svolazzano numerose sui prati. La **Callima** è una farfalla dell'India, notevole per il fatto che quando sta posata su di una pianta non si distingue affatto da una foglia, sia per il colore, sia anche per la forma. È questo uno dei casi più notevoli di mimetismo.

Fig. 272. – *Calosoma inquisitor* che insegue un Bombardiere *Brachinus crepitans*. (Da Colosi). (Gr. nat.).

Fig. 273. – Ditisco (*Dytiscus marginalis*).
1, 2. Maschio. — 3. Femmina. — 4. Larva che assale un girino.
(Un poco più piccolo del vero).

Tra le *Farfalle notturne* ricordiamo il **Baco da seta** (*Bombyx mori*). L'uomo utilizza il bozzolo per la seta e quindi fa di questo Insetto un grande allevamento. Il bruco ha corpo allungato, diviso in anelli, di cui l'ultimo porta superiormente un cornetto (fig. 278). Esso viene alimentato con le foglie di Gelso e subisce nel suo sviluppo quattro *mute* (cambiando la pelle ogni volta), dopo di che *sale al bosco* (fastelli di eriche e di ginestre preparate appositamente), dove si incrisalida,

Fig. 274. – Cetonia dorata (*Cetonia aurata*), sui fiori di rosa. (Gr. nat.).

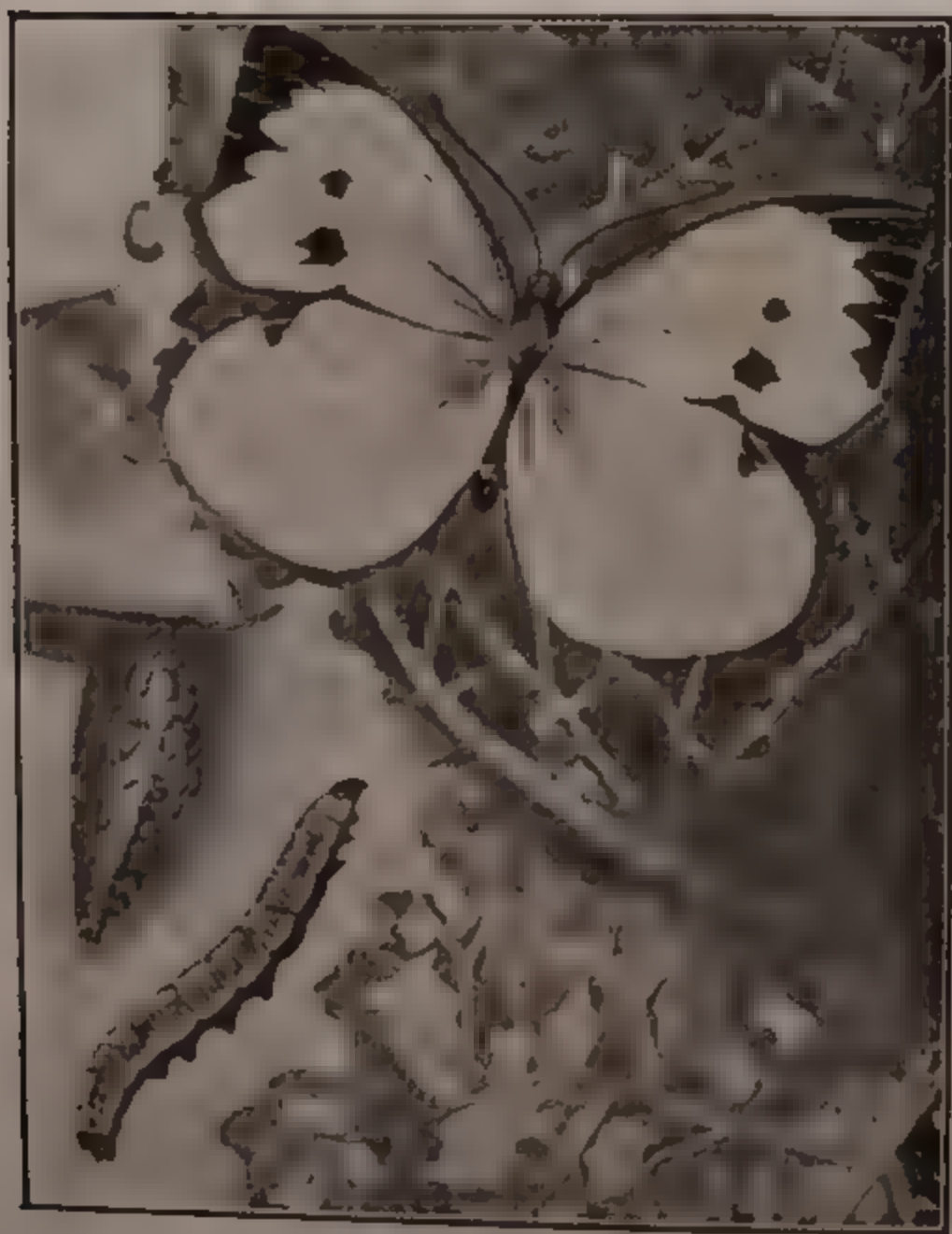



Fig. 275. – Cavolaia (*Pieris brassicae*). (Gr. nat.)

avvolgendosi in un bozzolo costruito col filo di seta che esce dal suo labbro inferiore (figg. 279, 280, 281). Quindi fora il bozzolo ed esce alla luce in forma di farfalla biancastra, tozza, pelosa, con antenne a forma di piuma, molto sviluppate nel maschio.

Altri filatori sono la **Saturnia del pero** (*Saturnia pyri*) (fig. 282), la più grossa fra tutte le farfalle nostrane; la **Processionaria** (*Cnetocampa*) (fig. 283), i cui bruchi formano nidi di seta sulle querce e sui pini, e sono pericolosi a toccarsi perchè hanno il corpo rivestito di peli uncinati e veleniferi, i quali se penetrano nella pelle la irritano, producendo forti infiammazioni. Il nome deriva dal fatto che questi bruchi procedono in file ordinate come in processione quando vanno alla ricerca del nutrimento. Il **Cosso perdilegno** (fig. 264) è specie dannosissima perchè rode i tronchi e i rami dei salici, pioppi e altri alberi.

Alle piccole Farfalle (*Microlepidotteri*) appartengono, ad es., il *baco delle mele*, ossia il bruco della **Carpocapsa pomonella**, che si sviluppa dalle uova deposte nel giugno e nel luglio nelle mele. Altro distruttore degli alberi da frutta è l'**Iponomeuta del melo** (fig. 284). La **Tignuola dei panni** (*Tinea pellionella*) depone le uova nei panni e nelle pellicce, e i bruchi nati dalle uova, quando si trasformano in pupe, si avvolgono in un astuccio protettore formato coi fili del tessuto che viene in questo modo forato e guastato. La piccola Farfalla ha il margine delle ali frangiato.

Imenotteri. – A questo Ordine appartengono numerosissime specie di Insetti, molti dei quali vivono in *società*. In essi si osserva una grande molteplicità di costumi e una grande varietà di istinti, alcuni dei quali mirabilmente sviluppati.

L'Ape (*Apis mellifica*) (fig. 285 *a, b, c*) è nota fin dall'antichità come animale domestico: infatti essa ha dato sviluppo ad un industria particolare: l'*apicoltura*.

L'Ape ha un apparato boccale adatto a *succhiare* e a *lambire* mediante le *mascelle*, i *palpi labiali* e una *lingua* funzionante a modo di stantuffo. Inoltre con le *mandibole* distacca e mangia il polline, lavora la cera, stacca il *propoli* (sostanza resinosa) dalle gemme degli alberi, per intonacare internamente l'alveare, chiudere le fessure, involgere i cadaveri.

Le *operaie* portano nella tibia delle zampe posteriori una escavazione detta *paniere* e nel tarso certi peli rigidi costituenti la *spazzola*. Con questa raccolgono il polline nel *paniere* in modo da formare una pallottolina che l'ape porta poi all'alveare.

Fig. 276. – La Pieride del Biancospino. (Fot. Edwards).

Fig. 277. – Il Macaone. È la sola specie britannica dei Papilionidi ed è quasi confinata ai distretti paludosi del Norfolk. (Fot. Dando).

Fig. 278. – Filugello.

Figg. 279-280. Il bozzolo del Filugello.

Il nettare serbato dall'Ape entro una dilatazione dell'esofago, e mescolato a speciali secrezioni, si trasforma in *miele* che viene adoperato per la nutrizione delle larve.

Fig. 281. – Metamorfosi del Baco da seta.

3. Pupa. — 4. Farfalla femmina che depone le uova.

Si distinguono nella società *polimorfa* e persistente delle Api tre specie di individui: le *operaie*, i *maschi* o *pecchioni* o *fuchi*, e la *regina*. I maschi sono tozzi e pelosi con testa grossa. La regina è più grande, corpo allungato e ali piuttosto corte. Essa è la sola femmina feconda dell'alveare e non ha altro incarico che quello di provvedere alla deposizione delle uova; le quali, se vengono fecondate all'atto della emissione, danno origine a femmine, se no a maschi. Queste femmine però sono sterili (*operaie*). Esse provvedono a tutti i lavori necessari, come costruzione dell'alveare, ricerca del nettare e del polline, difesa della società. Infatti esse fabbricano le cellette dell'alveare con la *cera*, sostanza grassa che trasudano dall'addome e che confezionano in modo da dare ad ogni celletta la forma di prisma esagonale terminato da tre facce romboidi, raggiungendo così l'intento di utilizzare al massimo tutto lo spazio disponibile (fig. 286). Le celle più piccole servono per le larve delle operaie; quelle più grandi per i maschi. Esse alimentano le larve; esse difendono dai nemici, perchè

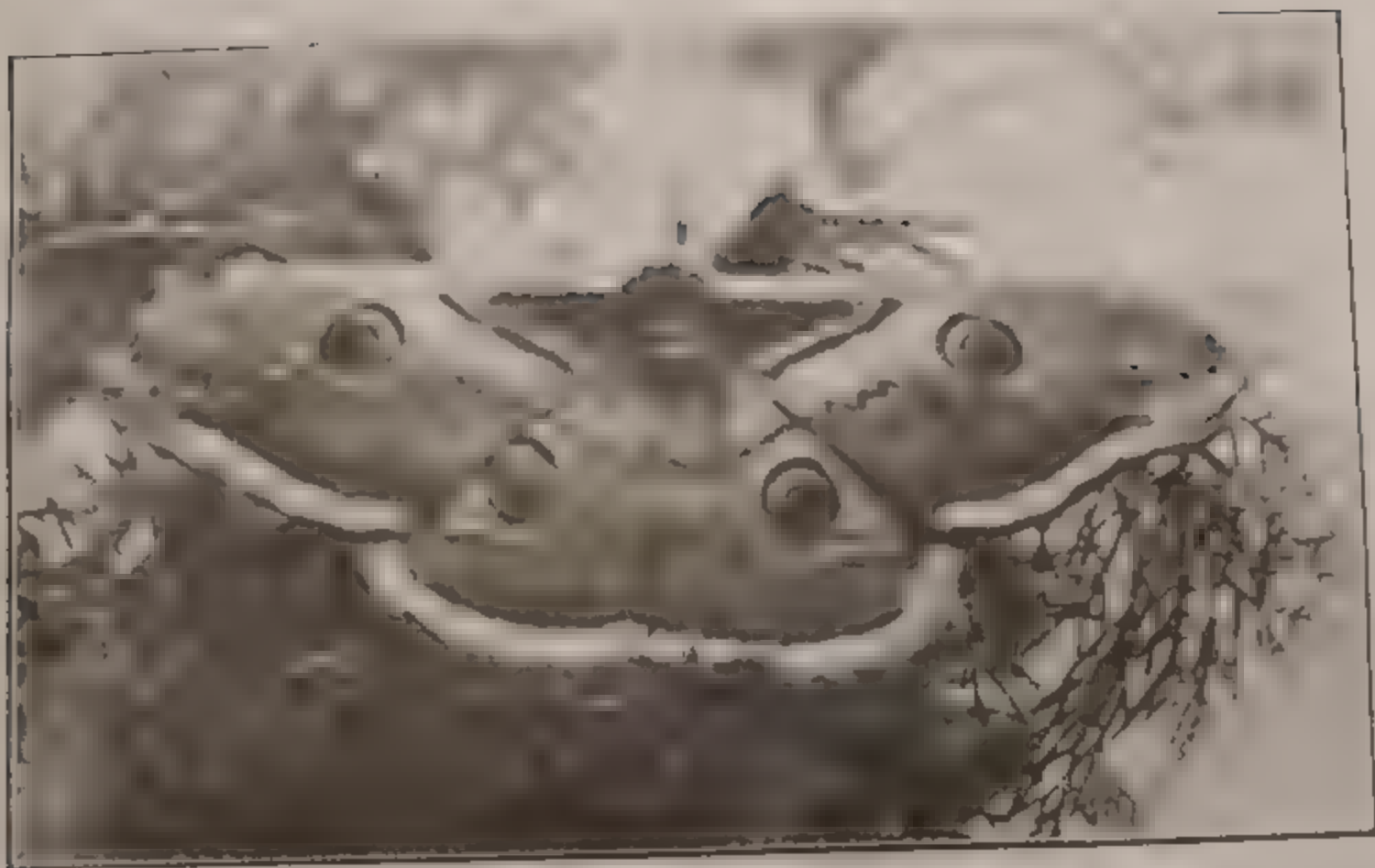



Fig. 282.
La Saturnia del pero o Pavonia maggiore notturna.
(Fot. Mavroyeni). (Apertura d'ali da 15 a 16 cm.).

Fig. 283. – Nido di Processionaria del pino.
a) larva; *b)* farfalla.

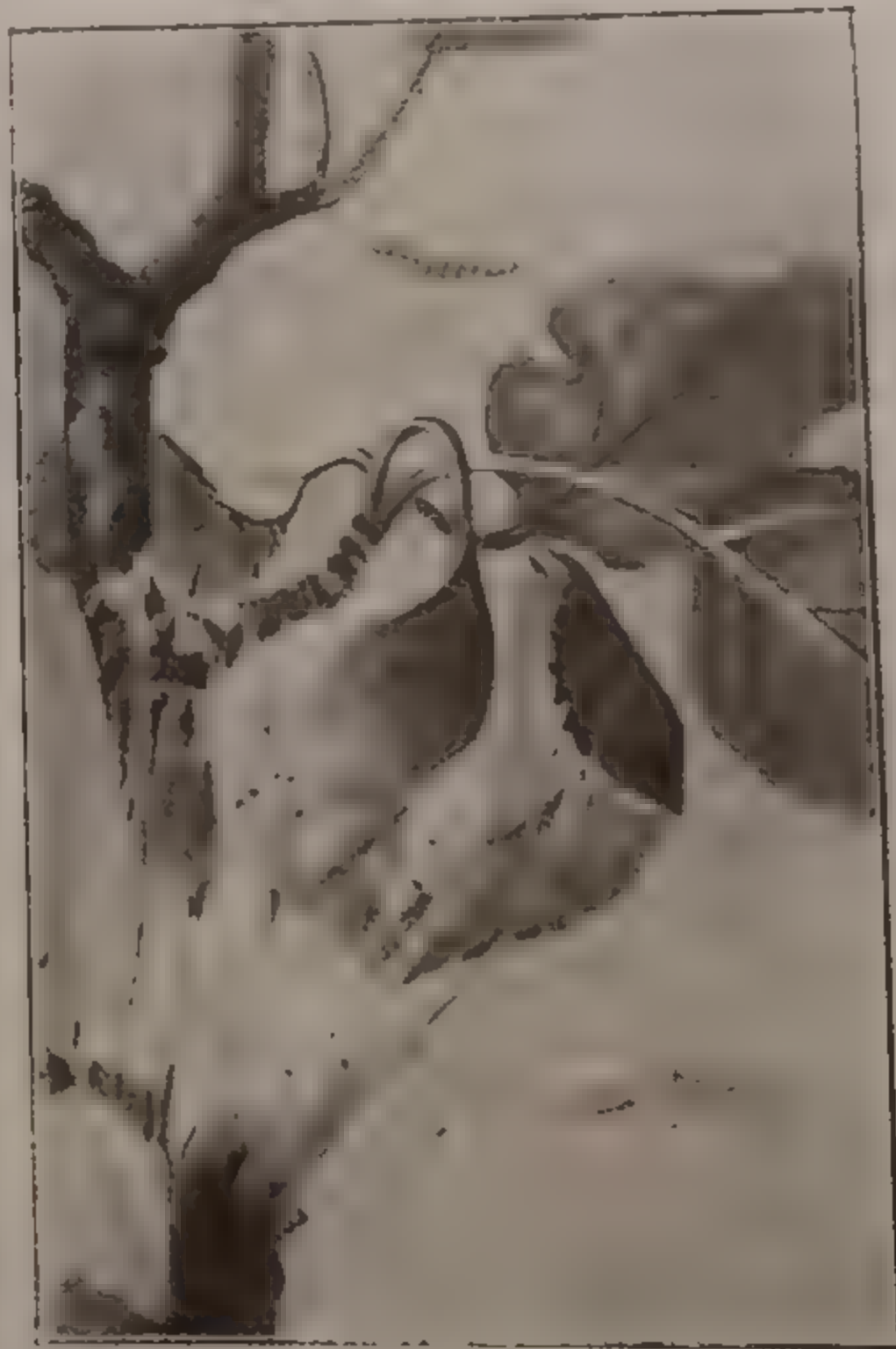



Fig. 284. – Iponomeuta del melo
(*Hyponomeuta malinellus*).

provviste di un pungiglione posto all'estremità dell'addome in comunicazione con una ghiandola velenifera. Quando l'Ape ha punto, non può più ritirare l'aculeo dalla ferita, perchè questo aculeo ha le punte munite di uncinetti ricurvi in

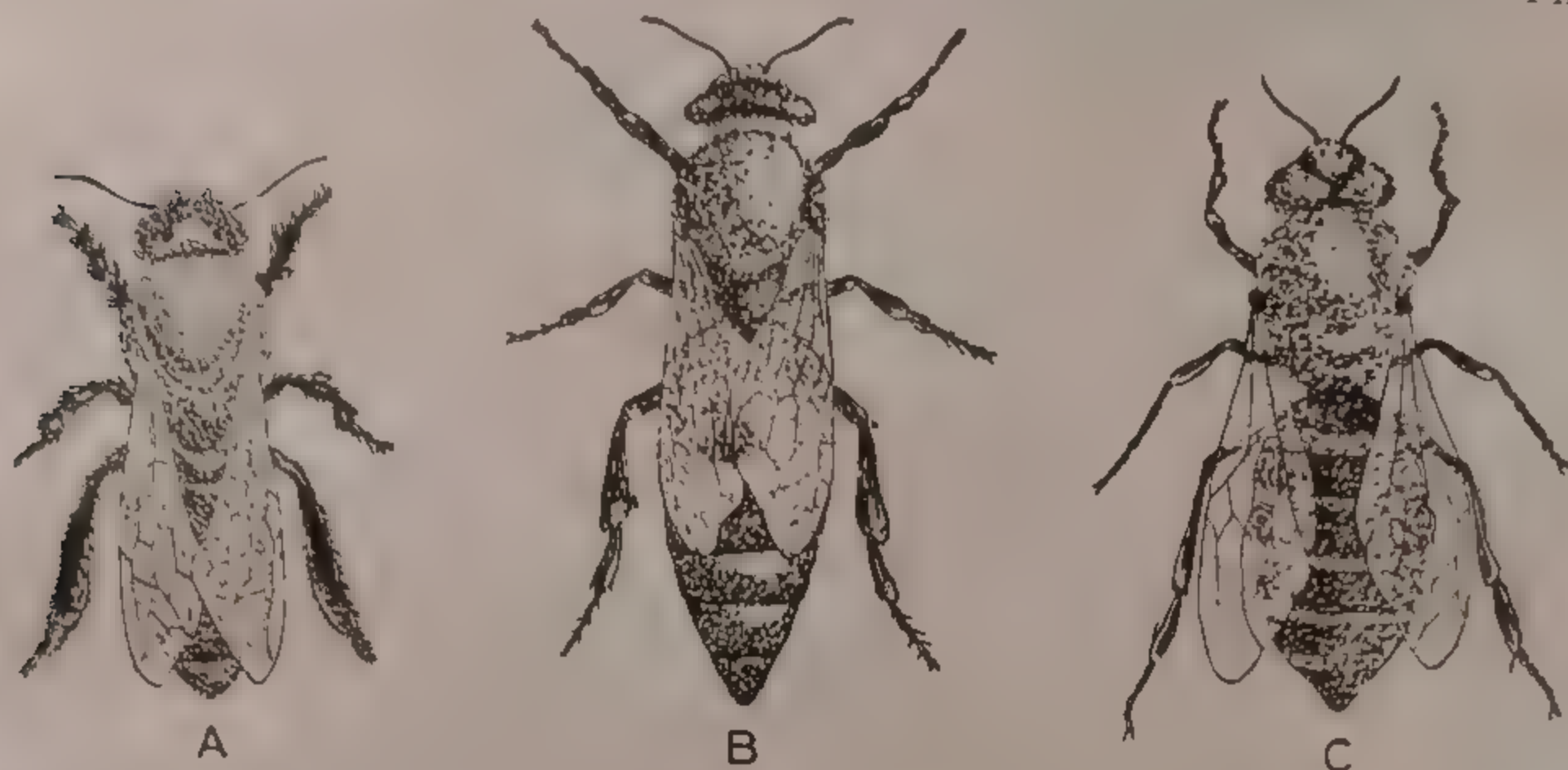



Fig. 285. - L'Ape (*Apis mellifica*).
A) operaia; *B*) regina; *C*) maschio.
(Ingrandite).

modo che, rimanendo infitti, trattengono i visceri allorchè l'insetto fugge via; perciò dopo la puntura l'Ape muore. I maschi hanno vita breve, e dopo il *volo nuziale*, che avviene in primavera, muoiono uccisi dalle operaie. Quando la società si è di molto accresciuta, la vecchia regina, con una parte delle operaie, *sciama*, e va a fondare altrove una nuova società. Rimane nell'alveare la nuova regina, che era stata precedentemente allevata in una cella apposita e nutrita in modo speciale (con la così detta *pappa reale*). Nell'inverno le Api si riposano, ma non cadono in letargo, e consumano le provviste fatte durante l'estate.

Fig. 286. – Celletta di un alveare.
A sinistra: regina sopra una cella; nel mezzo: operaia; a destra: fuco.
(Grandezza naturale).

La vita sociale delle Api è quanto mai interessante, perchè si svolge come se esse obbedissero a un principio superiore che regola ogni loro atto, subordinandolo a quello che il Maeterlink ha giustamente chiamato lo *spirito dell'alveare*.

Fra le *Api solitarie* vi è la Xilocopa violacea, dal corpo nerissimo lucente e dalle ali a riflessi violacei. Questo grosso Imenottero fabbrica il suo nido scavando una galleria verticale nel legno vecchio, e dividendola in tanti scompartimenti mediante dischi di legno

Fig. 287. – Nidi di *Chalicodoma* (gr. nat.).

triturato e impastato in modo opportuno. Entro ogni scompartimento o celletta depone un uovo e accanto all'uovo mette polline e miele; così la futura larva avrà di che cibarsi fino alla sua trasformazione in ninfa. La **Chalicodoma** fa il nido con terra argillosa calcarea fortemente cementata (fig. 287).

Le **Vespe comuni** differiscono dalle Api per l'aspetto esterno, essendo nere con macchie gialle, e perchè carnivore, sebbene si nutrano anche di frutta mature. I loro nidi sono avvolti in fogli protettivi fatti con una specie di cartone, costruito, come per le cellette, con fibre di legno rosicchiate e mescolate alla saliva che fa da cemento. Questo nido si trova spesso sotto terra. La società dura una estate, perchè d'inverno le Vespe muoiono e solo qualche femmina riesce a svernare (come avviene per i *Bombi* e altre specie). Nella fig. 288 è rappresentata una grossa vespa: il **Calabrone**. Nella fig. 289 è rappresentato un *Vespide* (**Polistes gallica**) col suo nido (fig. 290).

Fig. 288. – Il Calabrone (gr. nat.).

Le **Formiche** formano società permanenti con spiccato *polimorfismo*; infatti si distinguono in esse le *operaie*, i *maschi*, le *regine* (fig. 291 *A*, *B*, *C*, *D*, *E*); queste possono essere anche più di una in un solo nido. Anch'esse compiono il *volo nuziale* in primavera, essendo fornite di ali; poi i maschi muoiono e le femmine perdono le ali. Le operaie sono femmine sterili (*neutri*), hanno mandibole più grosse e sono prive di ali. La società è fondata da una femmina fecondata, che alleva le prime operaie. I nidi hanno forme svariatissime e sono scavati nel terreno, nel legno, nei muri o nelle cavità di certe piante. Svariatissimi e interessantissimi sono i costumi delle formiche. Alcune, come le *Formiche amazzoni*, vivono di preda poichè vanno a rapire dai nidi di altre formiche le ninfe che poi portano nel loro formicaio, e quando da esse schiudono le operaie queste sono tenute come *schiave* e obbligate a lavorare e anche ad aiutare le padrone a mangiare. Altre formiche abitano grosse spine cave delle piante *mirmecofile* con le quali stanno in relazione di *simbiosi* (fig. 445), che vuol dire *vita in comune* ossia si indica con questo nome, in Biologia, una

Fig. 289. – Un vespide (*Polistes gallica*). (Gr. circa il doppio del vero).

associazione di due animali di specie diversa (o anche di un animale e di una pianta) al fine di procurarsi più favorevoli condizioni di vita. Se questa simbiosi porta ad un vantaggio reciproco, dicesi più propriamente *associazione mutualistica* o *mutualismo*. In simbiosi con gli *Afidi*, vivono altresì altre specie di Formiche, proteggendoli dai loro nemici e ricevendone in compenso liquidi zuccherini (fig. 440). Altre ancora coltivano una specie di fungo di cui si cibano.

Fig. 290.
Nido di *Polistes gallica*.

Fra gli Imenotteri dobbiamo ricordare la **Prospaltella Berlesei**, una piccola Vespa che depone le uova, mediante il suo *ovopositore*, entro il corpo di un altro Insetto: la *Cocciniglia del gelso*, che vive parassita su questa pianta e produce danni ingentissimi. Da queste uova nascono larve che si cibano del corpo della Cocciniglia distruggendola; perciò la Vespa è un nemico naturale di questa specie dannosa, e di ciò si trae vantaggio in agricoltura, introducendola nelle regioni dove essa manca. Dopo che i BERLESE ebbe fatto rilevare l'utilità di questa specie, altri Imenotteri, così detti *endofagi*, vennero studiati e utilizzati per la distruzione di Insetti dannosi.

Alle Famiglie dei **Cinipedi** o **Gallicoli** appartengono Imenotteri che depongono le uova

Fig. 291. – Polifilia delle Formiche (*Pheidole pallidula*). (Da EMERY).
A) soldato; *B*) operaia; *C*) femmina dealata; *D*) femmina alata; *E*) maschio. (Ingrandite).

nel caule o nelle foglie di vari vegetali. Per far questo producono una ferita mediante il loro *ovopositore* nel corpo della pianta e vi miettano un liquido che eccita i tessuti vegetali in modo che essi proliferano, formano intumescenze, rigonfiamenti, produzioni anomale note col nome di *galle,* entro le quali vivono le larve. La *Noce di galla,* detta anche *galla dei tintori o galla di Aleppo,* si trova nella Quercia dei tintori (*Quercus infectoria*). Diverse specie di Cinipedi formano galle sulle foglie e altre parti delle nostre Quercie (figg. 292, 293); il *Rhodites rosae* forma, sulle piante di rosa, galle che hanno l'aspetto di ciuffi ramosi, nel cui interno si trova una parte dura e legnosa, dove vive la larva dell'Insetto, la quale poi, trasformandosi in ninfa e in insetto alato, esce praticando un foro nella galla.

Fig. 292. – Galla di Rovere fatta da un Cinipede (*Cynips kollari*).

Fig. 293. Sezione della galla.

Ditteri. – Come indica il nome dato all'Ordine, questi Insetti hanno un solo paio di ali, essendo il secondo paio trasformato nei così detti *bilancieri.* I bilancieri sono appendici a forma di clava, contenenti organi *scolopofori,* ossia filamenti attaccati per un estremo al tegumento che trasmette loro le sue vibrazioni, e funzionanti perciò da organi acustici. Fra i *Brachiceri* (con antenne di tre articoli) citiamo:

La Mosca comune (*Musca domestica*) ha organi boccali adatti a succhiare e conformati a guisa di proboscide. Le zampe terminano, all'estremità, con cuscinetti adesivi, in modo che può aderire alle superfici più liscie come sui vetri delle finestre, e camminare perfino capovolta sul soffitto delle stanze. Essa depone le uova nei letamai; dalle uova nascono larve *apode* (senza piedi) e simili a vermi biancastri, che si trasformano in *pupe,* rimanendo chiuse nella pelle indurita della larva da cui esce poi l'*immagine.* La Mosca è assai pericolosa perchè può diffondere i germi di parecchie malattie; però, dal punto di vista della economia della natura, essa si rende utile distruggendo rapidamente una grande quantità di materie putrescenti che altrimenti inquinerebbero l'aria. La progenie di una Mosca durante il periodo estivo è di non meno di 125 milioni di individui.

Fig. 294. – Mosca azzurra (*Calliphora vomitoria*). (Ingrandita circa 3 volte).

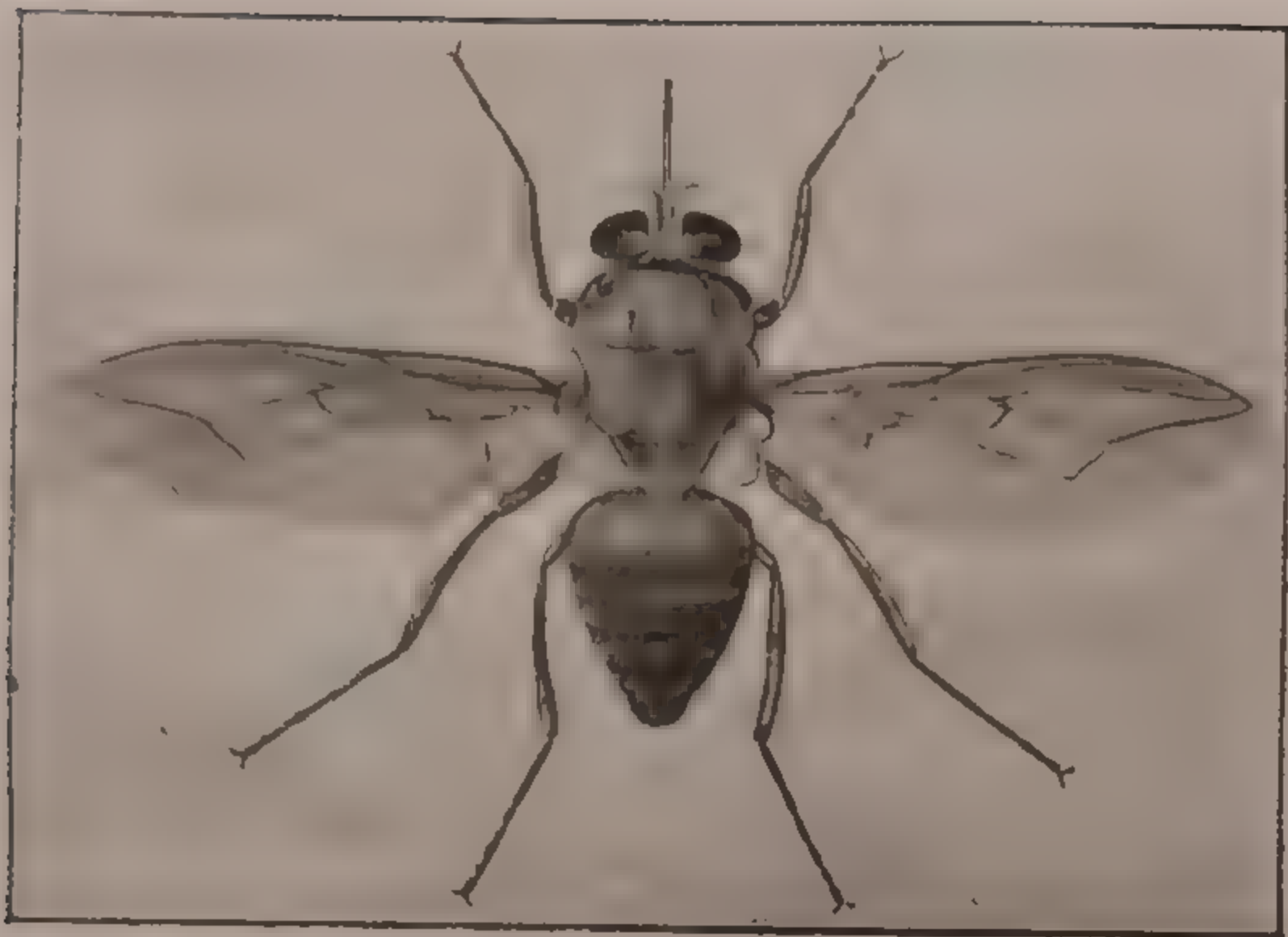



Fig. 295. – Mosca tsè-tsè (*Glossina brevipalpis*). (Ingrandita 4 volte).

Altre Mosche depongono le uova nella *carne dei cadaveri* (**Sarcophaga carnaria**); altre nelle carni fresche (**Calliphora vomitoria**) (fig. 294), oppure nello sterco, come la **Mosca cesarea** (*Musca caesar*) di un bel verde splendente. Succhiatori di sangue sono i **Tafani** (*Tabanus bovinus*). La **Mosca tsè-tsè** (*Glossina*) (fig. 295) trasmette il *Trypanosoma*, causa della *malattia del sonno* nelle regioni dell'Africa orientale. Altre Glossine uccidono Cavalli e Buoi. L'Estro bovino (*Hypoderma bovis*) forma larve che vivono da parassite nel corpo dei Buoi, sotto la pelle, e producono sul dorso di questi animali grossi ascessi. Larve si trovano pure parassite nello stomaco del Cavallo e appartengono all'**Estro equino** (*Gastrophilus equi*) (fig. 296 *A* e *B*). Ricordiamo anche la **Mosca dell'Ulivo** (*Dacus oleae*) (fig. 297), le cui larve si sviluppano nel frutto dell'Ulivo e distruggono talvolta interi raccolti. Ai *Nematoceri* (con antenne lunghe) appartengono le **Zanzare**: la *Zanzara comune* (*Culex pipiens*) (figg. 298, 299) e i *Zanzaroni* o **Anofeli** trasmettitori della *malaria* (figg. 300, 301, 302). L'apparato boccale è atto a pungere mediante stiletti e a succhiare mediante una proboscide. Le Zanzare depongono le uova nelle acque stagnanti, e dalle uova nascono larve apode che respirano

Fig. 296.
A) Estro del Cavallo e sua larva; *B*) larve dell'Estro. (Un poco ingrandito).

Fig. 297. – In alto: Mosca dell'ulivo (*Dacus oleae*) lunga 5 mm.; in basso: Ilesino dell'Ulivo (Coleottero) lungo 3 mm.

per trachee e perciò salgono ogni tanto alla superficie dell'acqua (fig. 303). Tratteremo della malattia della malaria nella Parte Terza IGIENE. Notevoli per le lunghe zampe sono le **Tipule**.

Neurotteri. – Vi appartiene il **Formicaleone** (*Myrmeleon formicarius*) (fig. 304), somigliante ad una Libellula nella conformazione generale del corpo, ma da cui si distingue per le antenne clavate, per le ali macchiate di bruno e per la metamorfosi completa. La larva corta, tozza e pelosa (fig. 305) scava nella sabbia un imbuto, di cui si vale come di una trappola per catturare le formiche o altri insetti. Infatti se questi passando sull'orlo dell'imbuto vi sdrucciolano dentro, vengono afferrati dalla larva munita di forti mandibole che formano come una specie di pinza.

Fig. 298. – Zanzara comune (*Culex pipiens*). (Ingrandita)

L'**Emerobio** (*Chrysopa perla*) è un leggiadro insettino dalle ali verdi e con disegni neri e gialli sulla testa e nel corpo. La sua larva distrugge gli *Afidi*.

La **Friganea** ha le ali superiori sviluppate, che nel riposo tiene inclinate a forma di tetto, così da somigliare a una farfalla notturna. È nota per le sue larve acquatiche, le quali, per difendere l'addome molle, si fabbricano astucci con pietruzze, pezzetti di piante, gusci di chiocciolíne. Per questo loro modo di comportarsi ricordano i Paguri fra i Crostacei.

Fig. 299. – Zanzara comune (*Culex pipiens*). In posizione di riposo, con addome parallelo alla superficie di appoggio delle zampe e linea del corpo piegata.

Fig. 300. *Anopheles maculipennis* femmina. (Ingrandita).

Rincoti. – I Rincoti hanno parti boccali adatte a pungere e a succhiare, formanti una proboscide articolata o *rostro*.

Appartengono a questo ordine la **Cicala** (*Cicada orni*) (figg. 306, 307), che sugge la linfa dei frassini.

Il noto «*canto*» della cicala è privilegio del maschio ed è dovuto a una specie di tamburo vibrante che esso possiede nella parte ventrale dell'addome.

L'**Afrofora** (*Aphrophora spumaria*) depone le uova sulla scorza di alcune piante; dall'uovo si sviluppa una larva che si circonda di una bava spumosa simile ad uno sputo (onde anche il nome di *sputacchina*). Questa bava difende la larva dagli insettivori e dai caldi raggi del sole.

La **Cimice dei letti** (*Cimex lectularius*) uno dei più fastidiosi parassiti dell'uomo; la **Cimice dei rovi** e altre Cimici di campagna e dei giardini (fig. 308) vivono sulle piante, tramandano odori sgradevoli. Sulla superficie delle acque dolci si vedono spesso correre

…damente e muoversi a scatti le **Idrometre** (*Gerris*) dalle lunghe zampe coll'ultimo articolo del tarso spalmato di grasso (fig. 309).

I Gorgoglioni o Afidi sono piccoli insetti verdi o neri, frequenti sui bocciuoli di rosa, piante da frutta, alle quali recano danno perchè succiano la linfa nutritizia (fig. 310).

Fig. 301. – Altra specie di Anofele (*Myzorhynchus pseudopictus*). Posizione di riposo. (Ingrandita).

Alcuni vivono in *simbiosi* con le Formiche, cedendo a queste goccioline contenenti zucchero di cui le Formiche sono assai ghiotte e ricevendone in compenso ospitalità (fig. 440), cura e difesa.

Un Gorgoglione diffuso è la **Schizoneura lanigera**, che vive sulla corteccia dell'albero del melo e di altri alberi da frutta e produce una specie di cera bianca che ricorda per il suo aspetto la lana (onde il nome), ed è assai dannosa (fig. 311).

Più dannoso assai è un altro Insetto, la **Fillossera** (*Phylloxera vastatrix*) (figg. 312, 313), che produce danni ingentissimi alla Vite. Caratteristica è la sua *generazione alternata*. Da un *uovo d'inverno* nasce una femmina *attera* (senza ali), che vive sulla radice della Vite e succhia la linfa insieme con molte altre femmine nate da essa per *partenogenesi* successiva. (Vedi pag. 278). Verso l'autunno, dalle uova ultime nate si sviluppano *femmine alate*, che diffondono altrove la malattia e che producono forme sessuate che danno l'*uovo d'inverno*.

Fig. 302. *Anopheles maculipennis*, femmina. Si osservi la posizione obliqua dell'addome rispetto al piano su cui poggiano le zampe, e la linea del corpo diritta. (Ingrandita).

Alla Famiglia dei *Coccidi* appartengono diverse specie di *Cocciniglie*, le cui femmine, dal corpo bruno in forma di scudetti, affondano il loro rostro nei tessuti delle piante per succhiare la linfa nutritizia (fig. 314) recando gravi danni.

Parassiti e succhiatori di sangue sono i **Pidocchi.** — All' Ordine degli *Afanitteri* appartengono altri parassiti dell'uomo, fra cui la nota **Pulce** (fig. 315).

Fig. 303. – Le larve di Zanzara vengono a respirare alla superficie disponendosi in modo diverso a livello d'acqua. A sinistra: larva di *Anopheles*; a destra: larva di *Culex*. Questa ultima specie ha lo sbocco dell'organo respiratorio all'estremità di un lungo tubo sporgente. (Ingrandita).

Pseudoneurotteri. – La **Libellula** (*Libellula depressa*) ha il corpo allungato, le ali trasparenti membranose, con nervature reticolate, distese allo stato di riposo. Il capo ha occhi molto grandi e corte antenne. È Insetto rapace che insegue a volo la preda. Vive presso le acque stagnanti, entro cui la femmina depone le uova, dalle quali nascono larve che completano il loro svilup-

Fig. 304. – Formicaleone adulto. (Fot. Dando).
(Lunghezza circa 5 cm. Espansione alare circa 11 cm.).

Fig. 305. – Formicaleone e sua larva.

Fig. 306. – Cicala (*Cicada orni*). A sinistra: maschio; a destra: femmina.
(Più grande del vero).

Fig. 307. – Cicala e sue larve (Grand. nat.).

po salendo su di una pianta acquatica e quindi la pelle si spacca in due e ne esce l'alato insetto adulto. Manca quindi lo stadio di pupa.

Nelle figg. 316, 317, 318, 319 è riprodotta l'**Esna**, detta anche comunemente « *cavalocchi* », e il suo sviluppo. Bellissime le **Calotterici** dai riflessi metallici verdi e turchini (figg. 320, 321).

Anche le **Efimere** (*Ephemeridae*) (figg. 322, 323, 324, 325) insetti viventi presso le acque dolci, appartengono a questo gruppo. Sono delicate creature dalle ali argentee e riconoscibili per le lunghe setole dell'addome. È proverbiale la brevità della vita dell'insetto adulto: « *uno saepe eodemque die nuptias puerperia et exequias celebrantes* », diceva LINNEO; però la fase giovanile è lunga.

Ortotteri. – Hanno metamorfosi incompleta e sono per lo più provvisti di ali. Vi appartengono, ad es., le **Locuste** (fig. 326), dalle lunghe antenne; gli **Acrididi** (dalle antenne corte) (fig. 327). Sono note le **Cavallette migratrici** che a miliardi si abbattono sulle coltivazioni e in poco tempo le distruggono. Questi Insetti hanno le zampe del terzo paio molto lunghe e sono perciò atti al salto.

I **Grilli** appartengono pure agli Ortotteri saltatori. Il **Grillotalpa** ha le zampe anteriori atte a scavare (fig. 328). Caratteristici per il loro *mimetismo* sono i *Fasmidi*, come il **Bacillus Rossii** (fig. 438) insetto privo di ali, che per la forma del suo corpo, somigliante ad uno stecco, difficilmente si distingue dai rami della pianta su cui vive (*mimetismo protettivo*).

La **Mantide** (*Mantis religiosa*) (fig. 329) è carnivora e afferra la preda con le zampe anteriori armate di denti, che tiene ripiegate, allo

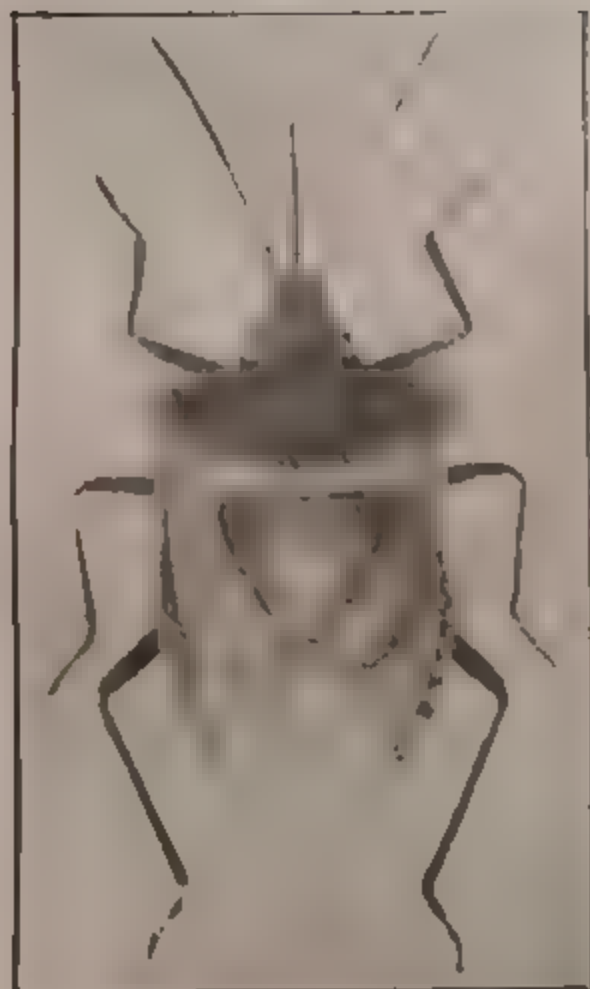



Fig. 308. – Cimice dei giardini
(*Pentatoma rufipes*).
(Ingrandita. Lunga 15 mm.).

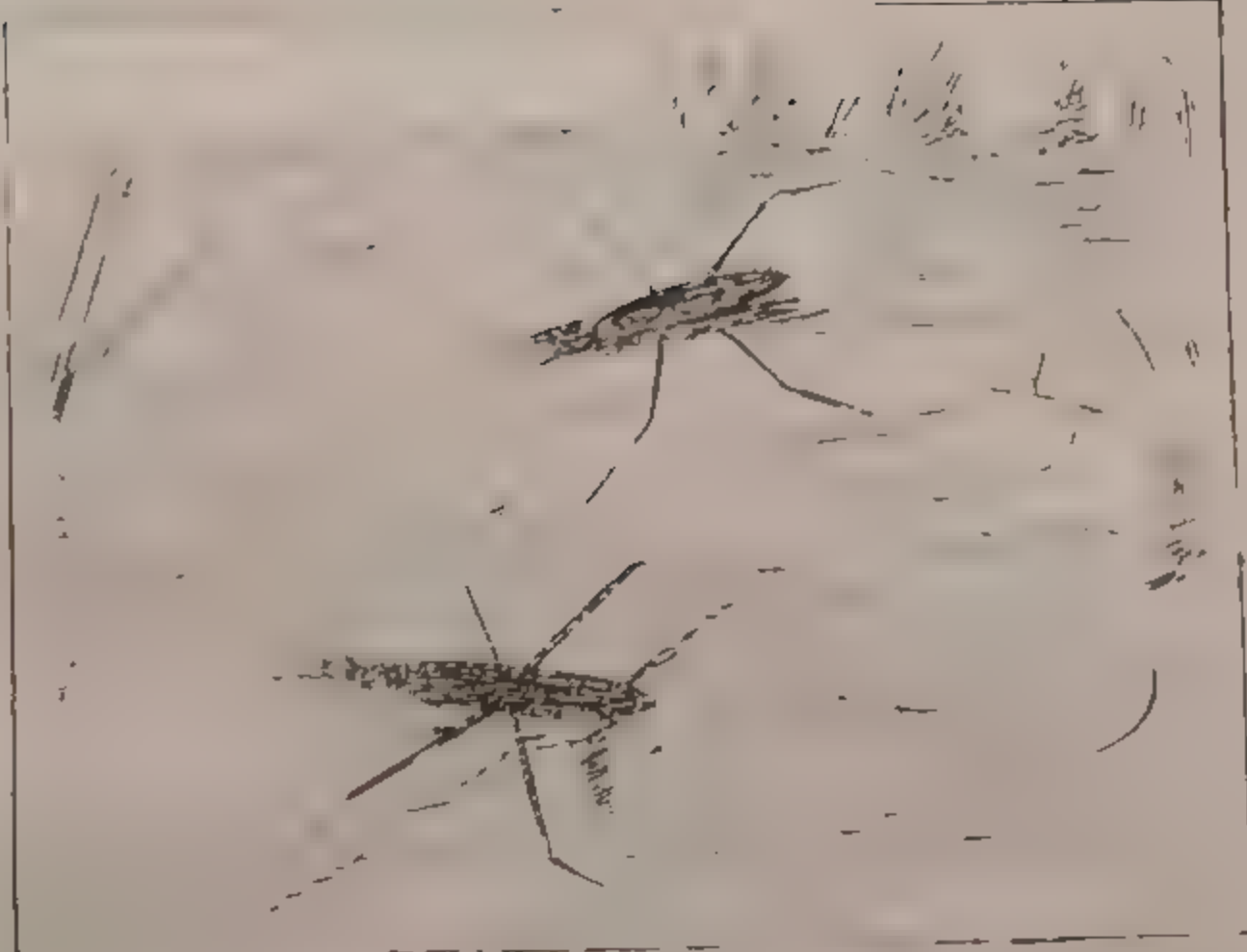



Fig. 309.
Idrometre (*Gerris*). (Da Colosi).
(Un poco più grande del vero).

Fig. 310. – Afide della Rosa
(*Siphonophora rosae*).
(Lunghezza 2-3 mm.)

Fig. 311. - Afide (*Schizoneura lanigera*),
nemico degli alberi da frutta.
(Lunghezza 2-3 mm.).

stato di riposo, verticalmente a gomito in atto di preghiera, ciò che le ha valso il nome di *Prega Dio.*

Notevoli sono le comuni **Forbicette** (*Forficule*) che si vedono spesso sotto le pietre, le cortecce degli alberi (fig. 330). Un odioso Insetto, che si annida nelle case, è la **Blatta** o **Scarafaggio** (fig. 331). Singolari Insetti sono le **Termiti**, dette anche *Formiche bianche* (fig. 332). Le Termiti [1] vivono in società, e formano con sabbia e legno un cemento durissimo col quale costruiscono nidi di dimensioni di un metro e più di altezza, i quali, nelle regioni dove si trovano, — regioni tropicali dell'Africa e Australia, — formano rilievi del terreno così alti da potersi scorgere anche di lontano. La società delle Termiti è formata da individui *neutri* (*operai* e *soldati*) e dalla *coppia reale: re e regina* (fig. 333). Quest'ultima ha l'addome sviluppatissimo perchè pieno di uova (fig. 334). Questi Insetti sono molto dannosi.

Fig. 312. — Ciclo evolutivo della Fillossera.
a) uovo d'inverno (fecondato), da cui nasce una femmina partenogenetica (b) che depone uova partenogenetiche (c); d. femmina partenogenetica alata che produce uova femminili (g) e maschili (e), da cui nascono femmine (h) e maschi (f) che, accoppiandosi, danno origine all'uovo d'inverno (Grandezza adulti: intorno a 1 mm.).

Fig. 313. — Radice di Vite attaccata dalla Fillossera.

---

[1] Le Termiti appartengono all'ordine degli *Isotteri*, e noi le descriviamo qui per semplificare la classificazione.

Fig. 314.
Cocciniglia rossa della vigna (Emittero).
(*Pulvinaria vitis*). (Lunghezza 4-5 mm.).

Fig. 315.
Pulce dell'uomo (*Pulex irritans*).
(Assai ingrandita; lunghezza da 2 a 4 mm.).

Tisanuri. – Appartengono a questo gruppo primitivo pochi Insetti senza ali, ad es. la *Lepisma argentea* o *Pesciolino d'argento* (fig. 335): un piccolo Insetto che ha il corpo schiacciato e colore argenteo; lo si trova qualche volta fra le carte ingiallite di un vecchio libro, fra le quali stava nascosto; la *Pulce dei ghiacciai* (*Desoria glacialis*) così detta perchè vive sui ghiacciai, e, per mezzo delle zampe posteriori più lunghe delle altre, fa grandi salti [1].

I. H. FABRE E GLI INSETTI

Abbiamo parlato della struttura e dei caratteri generali degli Insetti, ma non possiamo fare a meno di richiamare l'attenzione dei giovani su questo gruppo di animali, il quale forma da solo la Classe più numerosa di tutto il regno animale con più di 500.000 specie e che costituisce nel suo insieme un mondo così strano, così pieno di meraviglie, così ricco di sorprese, di avvertimenti, di inviti alla meditazione, che non è affatto a stupirsi

Fig. 316. – L' Esna. (Grandezza naturale circa).

[1] Questa e altre specie viventi nella terra umida e tra le foglie marcescenti sono classificate oggi dagli zoologi nell'ordine dei *Collemboli*.

Fig. 317. – Sviluppo dell' Esna: larva che nuota.

se anche non scienziati, come il Maeterlinck, poeta e filosofo, ed altri, si sono appassionati a questo studio. Ma tra gli scienziati non possiamo fare a meno di ricordare il Fabre, uno dei più fervidi cultori della vita degli Insetti.

A leggere i libri del Fabre par di respirare a pieni polmoni l'aria salutare e vivificante dei campi, par di vivere in comunione diretta con la Natura, così varia nelle sue manifestazioni, così profonda nelle sue leggi, così gioconda nei suoi sorrisi di verde, di cielo e di azzurro. Vi si respira l'aria pura e alta delle cime inaccesse, vi si sente il misterioso ritmo della vita svolgersi e pulsare come un unico cuore immenso che misuri coi suoi battiti i palpiti dell'infinito. È lo spirito latino per eccellenza in contrapposto a quello teutonico, rigido, preciso, matematico. Da un pezzo non eravamo abituati a questo modo di intendere e di insegnare la scienza.

Il Fabre, a chi lo rimprovera di non usare un linguaggio più elevato, più aridamente accademico, rispondeva così: « E poi, miei cari Insetti, se voi non potete convincere questa brava gente, perchè non avete il peso del noioso, io dirò loro a mia volta: Voi sventrate la bestia ed io la studio vivente; voi ne fate un oggetto di orrore e di pietà ed io la faccio amare; voi lavorate in una officina dove si tortura e si sbrana, io osservo sotto il cielo turchino al canto delle cicale; voi sottomettete ai reattivi la cellula e il protoplasma, io studio l'*istinto* nelle sue manifestazioni più elevate; voi scrutate la morte, io scruto la vita ».

E infatti questo è il metodo di lavoro e l'intento a cui mira soprattutto il Fabre. Osservare e sperimentare all'aperto; scrutare l'*istinto* in tutte le sue più strane e misteriose affermazioni.

Fig. 318. – Adulto che sta uscendo dall'involucro.

Nell'opera sua maggiore, i *Ricordi entomologici*, il Fabre ha raccolto, come in tanti bozzetti, le sue osservazioni, i

risultati delle sue esperienze, le sue riflessioni e le sue idee sui problemi che via via gli si affacciavano alla mente e che egli era chiamato a risolvere; ma senza nulla di pesante, di dottrinale, di enfatico; bensì con uno stile semplice e chiaro, con una naturalezza e una spontaneità che avvince e persuade; soprattutto con la forza che viene dalla passione. Per questo egli dovette lottare contro l'incomprensione dei più, contro la malevolenza dei sedicenti scienziati, i quali credono che non si possa essere profondi se non alla condizione di essere oscuri; ma per questo pure egli si creò da se stesso e con le sole sue forze un monumento imperituro, e ha ben diritto alla nostra riconoscenza. Ma di queste amarezze e di queste sofferenze e delle sue vicende personali egli, anzichè tacere, disseminò qua e là nei suoi *Ricordi* la narrazione, cosicchè l'opera scientifica si *umanizza*, per così dire, e si fa più aderente allo spirito; non importa se ciò torna a scapito dell'arida obiettività scientifica, non importa se non consentiremo in tutto a qualche sua opinione personale; questa scienza raggiunge un altro scopo: quello di *farsi amare*. E ciò vale meglio assai di qualunque altra scienza professata a scopo egoistico e con secondi fini. In pieno fervore evoluzionistico, egli si pose contro la teoria dell'evoluzione, ma non per partito preso, bensì per propria convinzione.

Fig. 319. – L'Esna ad ali distese.

Egli pensava che nessuna teoria saprà mai dirci che cosa sia l'*istinto*, questo impulso incosciente che presiede a ciò che l'animale compie di più meraviglioso nella sua industria.

L'istinto non si eredita per esperienza, non si forma a grado a grado e per tappe successive, non si modifica nè si perfeziona, non si apprende con l'esempio. Ecco l'*Ammofila* preda-

Fig. 320. – Calotterice splendente (*Calopteryx splendens*). (Circa della grandezza naturale).

ruchb cep rti.i (fig. 336); questo Imenottero va in cerca di bruchi, che punge in determinati centri nervosi, e colpisce giusto, senza incertezze e titubanze, quasi conosca alla perfezione l'anatomia della vittima; questi bruchi porta nel suo nido, e presso di essi depone un uovo; poi chiude l'ingresso e poco tempo dopo muore. Ma intanto dall'uovo deposto è nata la larva che trova pronto il suo nutrimento. Infatti il bruco era rimasto bensì paralizzato nei suoi movimenti, in seguito alle punture subite, ma non era morto: la sua carne perciò, mantenendosi fresca, può servire da ottimo alimento alla larva in via di sviluppo. Ma chi ha insegnato tutto questo all'Ammofila? «Dove sono i maestri nell'arte del pungere? Non ce n'è. Quando l'Imenottero rompe il suo bozzolo ed esce di sotterra, i suoi predecessori da lungo tempo non esistono più ed egli stesso disparirà senza aver visto i suoi successori. La provvista fornita e deposto l'uovo, ogni rapporto con la discendenza cessa, e l'Insetto perfetto dell'anno presente perisce allora che l'insetto dell'anno venturo, ancora allo stato di larva, sonnecchia in terra nel suo riparo di seta».

Fig. 321. — La «Donzella» e la «Sposa».

Fig. 322.
Efimera e suo sviluppo (Gr. nat.).

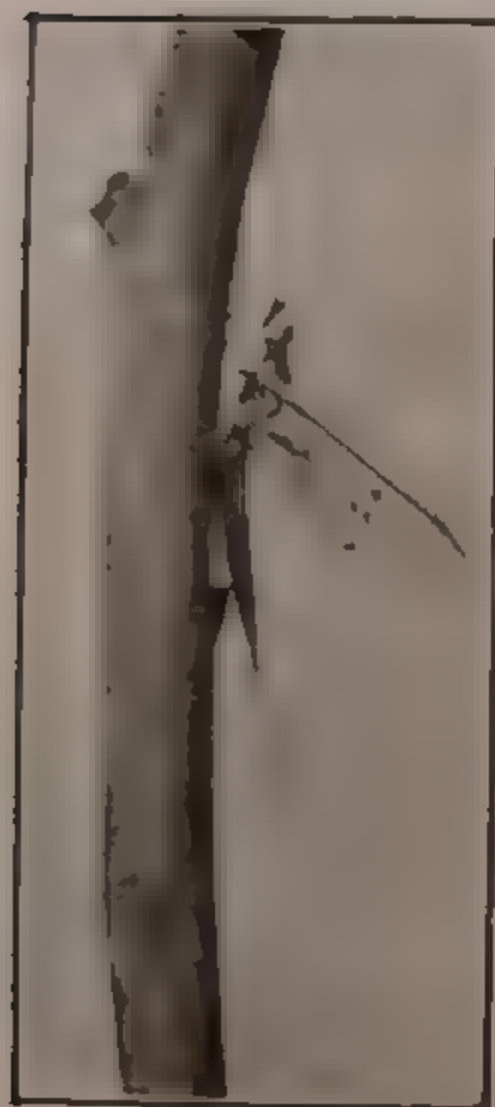



Fig. 323. Efimera: suo imago.

Fig. 324. Efimera: spoglia dell'insetto

Fig. 325. Efimera. Insetto adulto.

Il Fabre, dotato di uno spirito di osservazione eccezionale (*inimitabile osservatore* lo chiamava Darwin), si immedesima talmente nella vita dell'Insetto, che non è solo l'intelligenza che lavora in lui, quando scruta ed indaga, ma è tutto il suo essere che vi par-

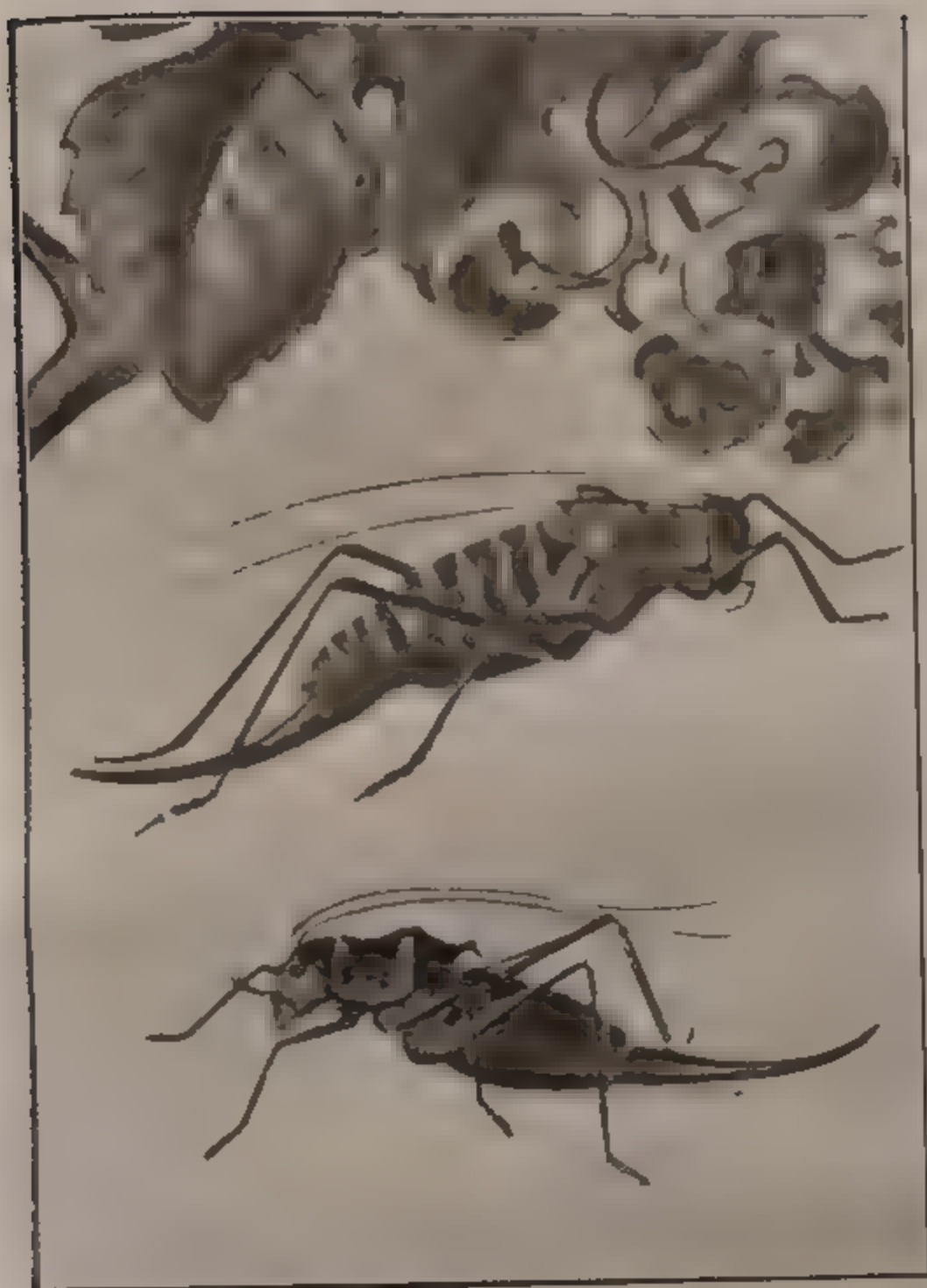



Fig. 326. Due Efippigere. Disopra: *Ephippiger bitterensis*. Disotto: *Ephippiger vitium*. (Un poco ingrandite).

Fig. 327. In alto: Grillo d'Italia (*Caloptenus italicus*); in basso: L'Acridide (*Pachytylus cinerascens*). (Grandezza naturale).

terpa. Sentite questa narrazione. Lo *Sphex* (fig. 327), un altro Imenottero predatore di grilli, sta rifornendo la sua tana di vittime. Il Fabre vuol vedere come fa l'Imenottero a pungere la sua preda.

In pochi istanti eccomi possessore di tanti grilli viventi quanti ne posso desiderare. Ecco tutti i miei preparativi fatti. Io mi porto al sommo del mio laboratorio, mi stabilisco sul piano, al centro della borgata dello *Sphex*, e attendo. Un cacciatore sopravviene: trascina il suo grillo (paralizzato) fino all'entrata della sua abitazione e penetra solo nel suo nido. Questo grillo è rapidamente tolto via e rimpiazzato, ma a qualche distanza dal buco, con uno dei miei. Il predatore ritorna, guarda e corre a prendere la preda troppo lontana. Io sono tutto occhi, tutta attenzione. Per niente al mondo io non cederei la mia parte del drammatico spettacolo al quale sto per assistere. Il grillo, spaventato, se ne fugge saltellando; lo *Sphex* lo serra da vicino; lo raggiunge, si precipita su di lui. È allora in mezzo alla polvere un miscuglio confuso, dove, ora il vincitore, ora il vinto, ciascun campione sta ora sopra all'altro, ora sotto, durante la lotta. Il successo, per un momento equilibrato, corona finalmente gli sforzi dell'aggressore. Nonostante i suoi vigorosi calci, nonostante i colpi di tanaglia delle sue mandibole, il grillo è atterrato: steso sul dorso. Le disposizioni dell'uccisore sono subito prese. Egli si mette ventre a ventre col suo avversario, ma in senso contrario; prende con le mandibole l'uno o l'altro dei filetti terminali dell'addome del grillo e domina con le zampe anteriori gli sforzi convulsivi delle grosse coscie posteriori. Nello stesso tempo le sue zampe mediane stringono i fianchi anelanti del vinto, e le zampe posteriori, che si appoggiano come due leve sulla faccia, fanno lar-

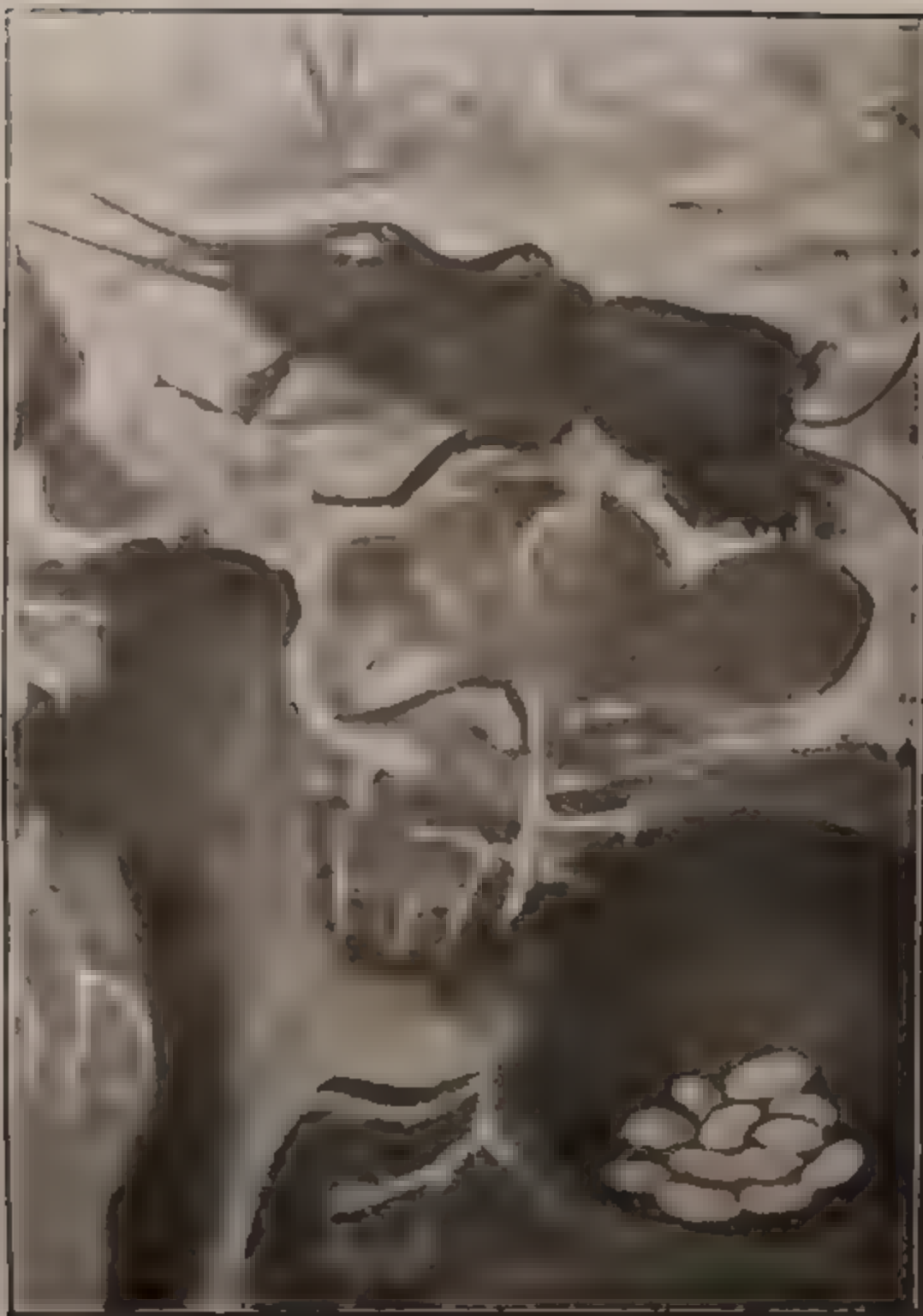



Fig. 328. – Il Grillotalpa (*Gryllotalpa vulgaris*).
(Grandezza naturale).

gamente aprire l'articolazione del collo. Lo *Sphex* ricurva allora verticalmente l'addome in modo da non presentare alle mandibole del grillo che una superficie convessa imprendibile; e si vede, non senza emozione, il suo stiletto avvelenato immergersi una prima volta nel collo della vittima, poi una seconda volta nell'articolazione dei due segmenti anteriori del torace; poi ancora verso l'addome. In ben minor tempo di quello che occorre per raccontarlo, l'assassinio è consumato e lo *Sphex*, dopo aver riparato il disordine della sua toilette, si appresta a portare nell'abitazione la sua vittima, di cui le membra sono ancora animate dai fremiti dell'agonia ». È necessaria però una seconda operazione per rendere affatto immobile la preda. Lo *Sphex* allarga l'articolazione del collo della vittima e aiutandosi con le mandibole comprime i gangli cerebrali (fig. 337).

Non è questo certamente il più comodo dei laboratori. « Il passante profano che si ferma a guardarvi, che, osservando ciò che voi osservate, sorriderà in modo da non lasciare alcun equivoco sulla povera idea che egli si fa della gente occupata a prendere in considerazione *delle mosche* »; la necessità di « spiare pazientemente dei giorni e poi dei giorni, qui su pendici sabbiose esposte a tutti gli ardori del sole, là sulla gola di qualche sentiero incassato fra gli alti argini, altrove su qualche cornice di grès, di cui la solitudine non inspira sempre confidenza »; tutte queste contrarietà non sono fatte certo per sperimentare con ogni comodità e raccoglimento; ma che importa la sontuosa suppellettile dei laboratori? « Quando tutti i mezzi sono a nostra disposizione, noi lavoriamo con la superficie del nostro essere; la parte più viva e più profonda di noi non v'interviene » bene osserva ANTONINO ANILE. Il FABRE ha sì nella sua piccola stanza un modesto microscopio; al-

Fig. 329. – *Mantis religiosa*. (Circa della gr. nat.).

Fig. 330.
Forbicine (*Forficula auricularia*).
Femmina a destra e maschio a sinistra.
(Lunga da 10 a 14 mm.).

cune scatole, alcune boccette, alcune reti metalliche; ma quella stanza è un rifugio di Imenotteri, di Ditteri, di Lepidotteri, che vanno e vengono per la finestra aperta, che riempiono l'aria dei loro ronzii, che vi fissano le loro dimore, incuranti dell'ospite che li alberga. Invano cercheremmo là dentro copiose collezioni ben ordinate in lunghi scaf-

Fig. 331. – Blatta (*Periplaneta orientalis*) (Gr. nat.)

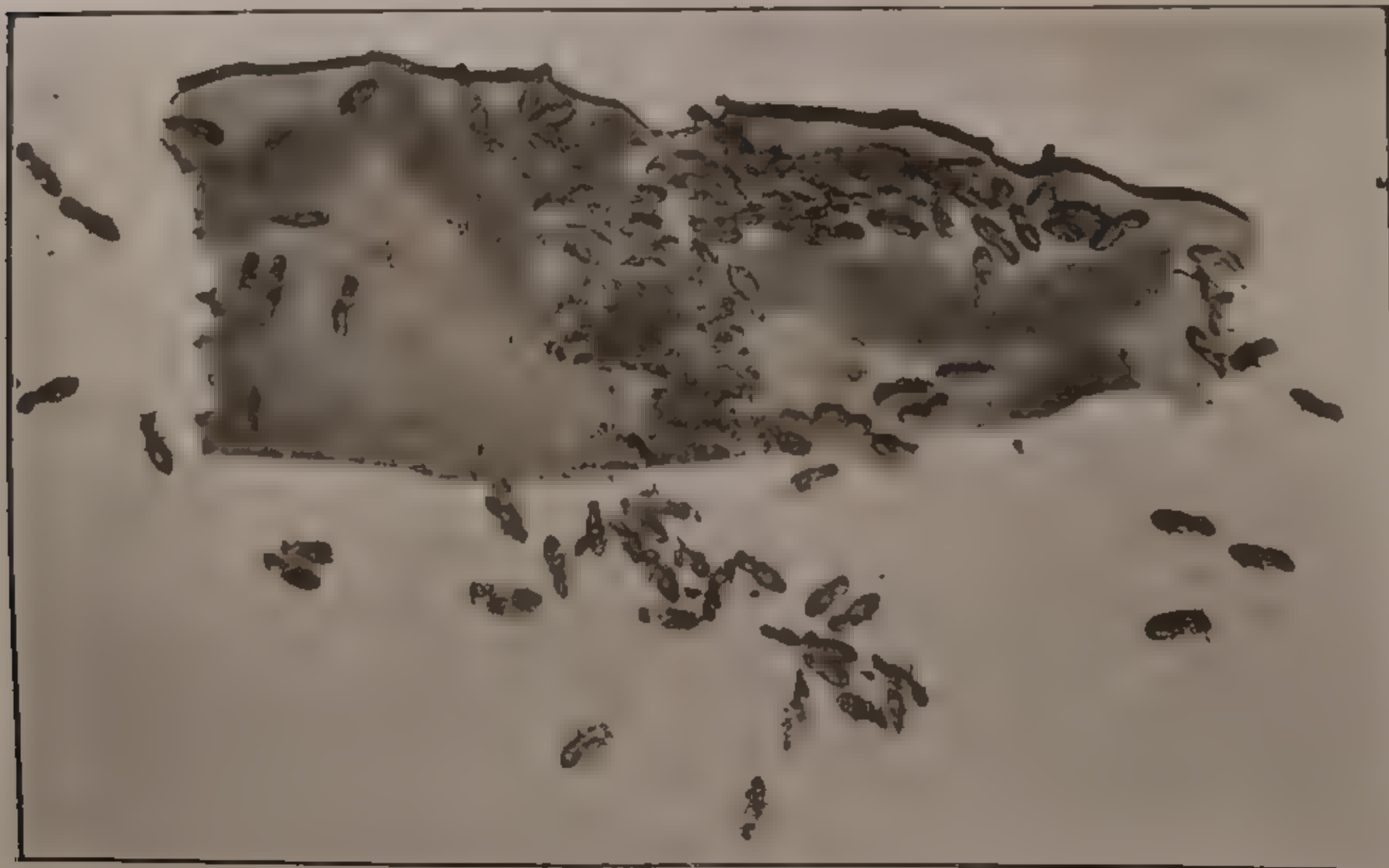



Fig. 332. – Termiti al lavoro.

tali file di cadaveri infissi con uno spillo, ognuno con la sua etichetta in cui sta scritto un nome e una data e un luogo: «l'insetto morto delle collezioni m'interessa molto poco; esso mi bisogna vivente, nell'esercizio delle sue attitudini». E vorremmo continuare, ma la tirannia dello spazio ce lo vieta. Vorremmo però che di questo biologo insigne, di cui abbiamo appena tratteggiato un profilo, i giovani si interessassero con maggiore ampiezza. Poichè il FABRE è un amico e un maestro quale di rado è dato trovare.

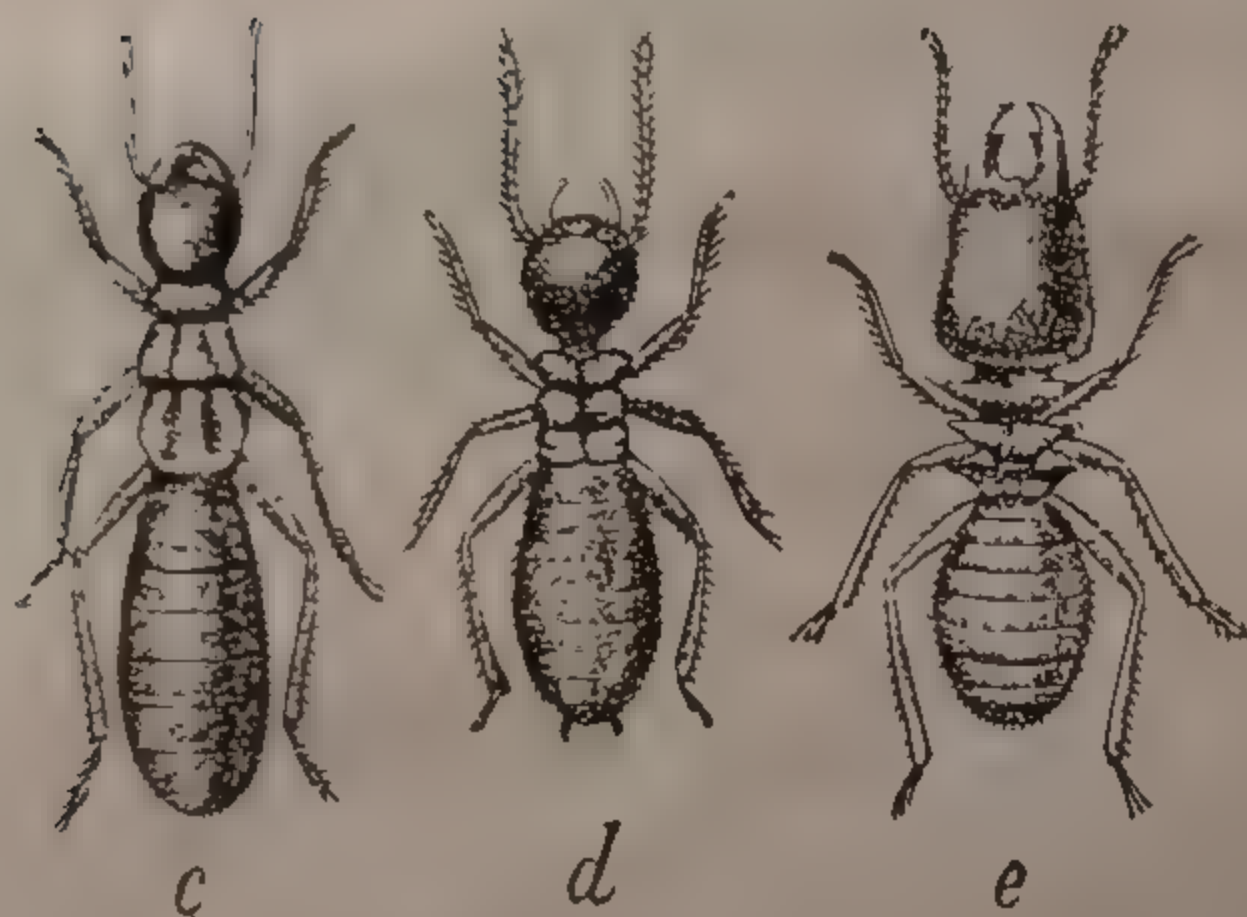
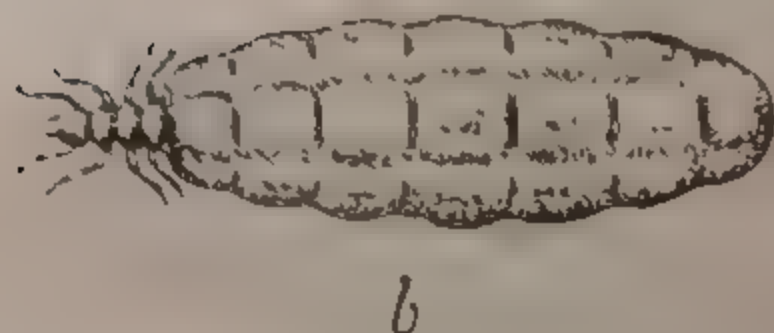
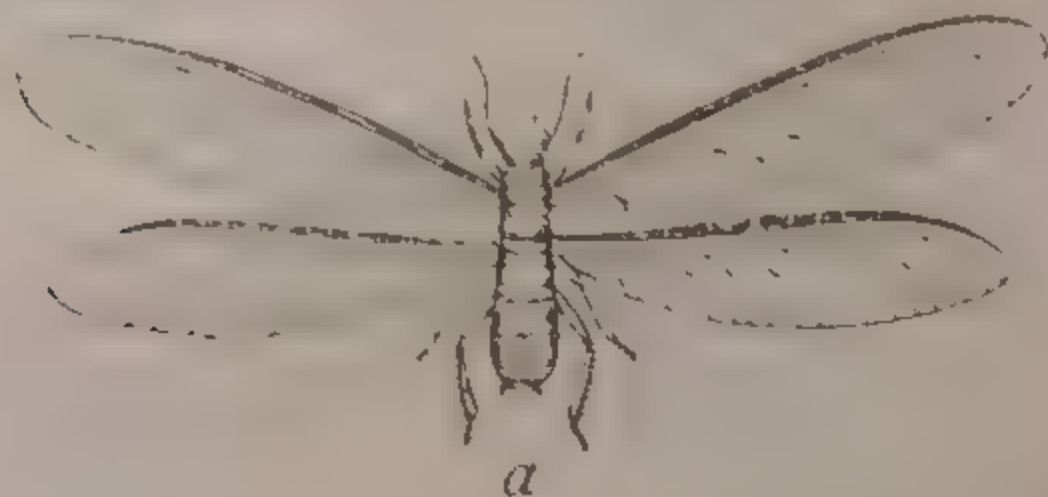



Fig. 333. Termite bellicosa.
a) femmina alata giovane; b) femmina adulta; c) maschio; d) operaia; e) soldato.
(c, d, e molto ingranditi) (da 6 a 8 mm.).

UTILITÀ E DANNI DEGLI INSETTI

In generale gli Insetti sono utili alle piante nel senso che, favorendo la *impollinazione*, ossia il trasporto del polline fecondatore da un fiore ad un altro, permettono a questo di maturare e di trasformarsi in frutto.

Vi sono Insetti poi, come i *Necrofori*, che, seppellendo i cadaveri di animali, tolgono dal suolo una sorgente di infezione dell'aria; altri, come gli *Scarabei*, distruggono gli escrementi degli animali; altri infine come, fra i Ditteri, le larve di molte specie di Mosche (*Callifora*, *Lucilia*, *Sarcofaga*) distruggendo i cadaveri rimettono nel circolo della vita la sostanza organica morta e perciò compiono una funzione importantissima nella economia della natura.

Molti Insetti sono utili all'uomo sia perchè distruggono specie nocive, sia perchè forniscono prodotti varî utilizzabili nelle industrie. Alcuni, come i *Ditischi* acquatici, sono grandi divoratori di larve di Zanzare. Altri forniscono sostanze usate in Medicina, come le *Cantaridi*

Fig. 334. – Termite regina (*Termes regina*). Il corpo è pieno di uova. (Grandezza naturale).

usate esternamente come vescicatorio. Le *Cocciniglie* dànno il colore rosso noto col nome di *carminio*. Nelle Indie la *Cocciniglia della lacca* (fig. 338) fornisce la *gomma lacca*, secrezione resinosa prodotta dalla puntura della corteccia degli alberi su cui vive. Fra i

Fig. 336. – *Ammophila sabulosa*. (Un poco più grande del vero).

Fig. 335. – Lepisma dello zucchero (*Lepisma saccharina*. Lunghezza 10 mm.).

Lepidotteri il noto *Bombice del gelso* ci dà la seta ed è oggetto di vasto e intenso allevamento. Fra gli Imenotteri l'*Ape* è oggetto di particolari cure (*Apicoltura*) per il miele e la cera. Ma specialmente in questo gruppo degli Imenotteri sono da ricordarsi i così detti *endofagi*, vale a dire quelle specie carnivore che depongono le uova nel corpo delle larve di altri Insetti nocivi, distruggendoli. Essi sono capaci di colpire larve riparate entro involucri legnosi, entro frutta, o altri solidi mezzi di difesa, recando così un servizio di incalcolabile importanza all'agricoltura. Così fa, ad es., la *Pimpla*, un Icneumonide che perfora i bozzoli di grosse farfalle (fig. 339).

Fig. 337.

1. *Sphex* che paralizza una *Ephippigera*. – 2. Lo *Sphex* che comprime i gangli cerebrali — 3. Lo *Sphex* trascina la preda verso la tana.

Ma di gran lunga più diffusi sono gli Insetti dannosi. Questi non risparmiano le colture, gli animali domestici, le suppellettili, le sostanze alimentari, e l'uomo stesso. Abbiamo visto nelle pagine che precedono numerosi esempi, ma potremmo moltiplicare all'infinito l'elenco delle specie dannose. Non vi è pianta di cereali o da ortaggio o da frutta o forestale o industriale o medicinale che non abbia il suo o i suoi parassiti. I Maggiolini, le Grillotalpe, le Cavallette, le Formiche producono danni ingentissimi a tutte le piante in genere; ma vi sono colture che risentono in particolar modo dell'azione nociva dei parassiti; ad es. il *Frumento* intaccato dalle *Tignuole*, *Aluciti*, ecc. (fig. 340); il *Gelso* intaccato dalla *Diaspis pentagona* o Cocciniglia del gelso; l'*Olivo* i cui raccolti vengono talora decimati dalle larve della *Mosca olearia*; la

Vite aggredita dalla *Fillossera*; gli alberi da frutta intaccati dagli *Afidi* e da numerosi altri parassiti. Gli animali domestici (buoi, pecore, cavalli, cani, gatti, ecc.) hanno

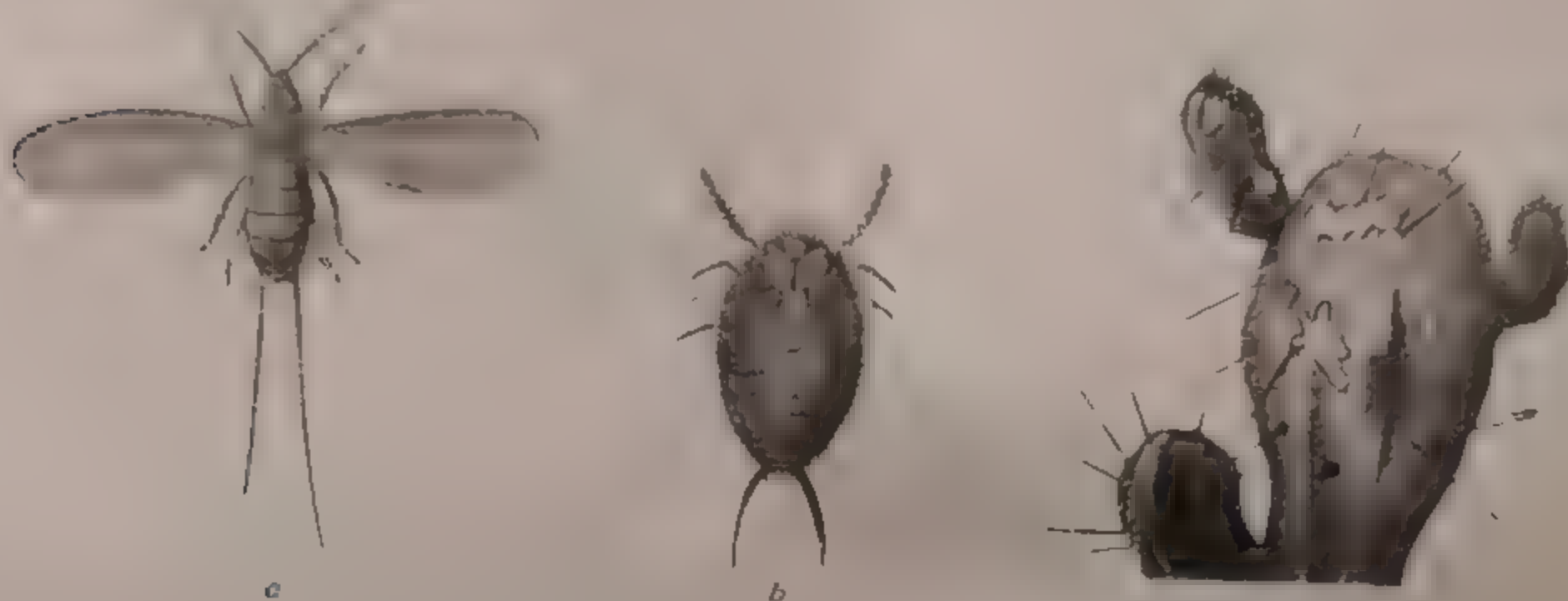



Fig. 338. – Cocciniglia della lacca (*Coccus cacti*).
a) maschio; b) femmina; c) ramo di Opuntia con Cocciniglia
(Molta ingrandita: lunga 2-3 mm.).

una falange di insidiatori alla loro incolumità: Mosche, Estri, Tafani, Pidocchi, ecc.

L'uomo si deve difendere dalle *Zanzare*, trasmettitrici della *malaria*; da certe Mosche, come la *Mosca tsè-tsè*, che si fa veicolo del *Tripanosoma* e produce la *malattia del sonno*, caratteristica delle regioni tropicali; alcune specie di Zanzare (*Stegomie*) trasmettono la *febbre gialla*; e poi Pulci, Pidocchi, Cimici, la *Mosca comune*, veicolo del tifo, colera ed altre malattie.

Fig. 339. – Pimpla che depone un uovo in una crisalide attraverso il bozzolo, valendosi del lungo ovopositore.
(Alquanto ingrandita).

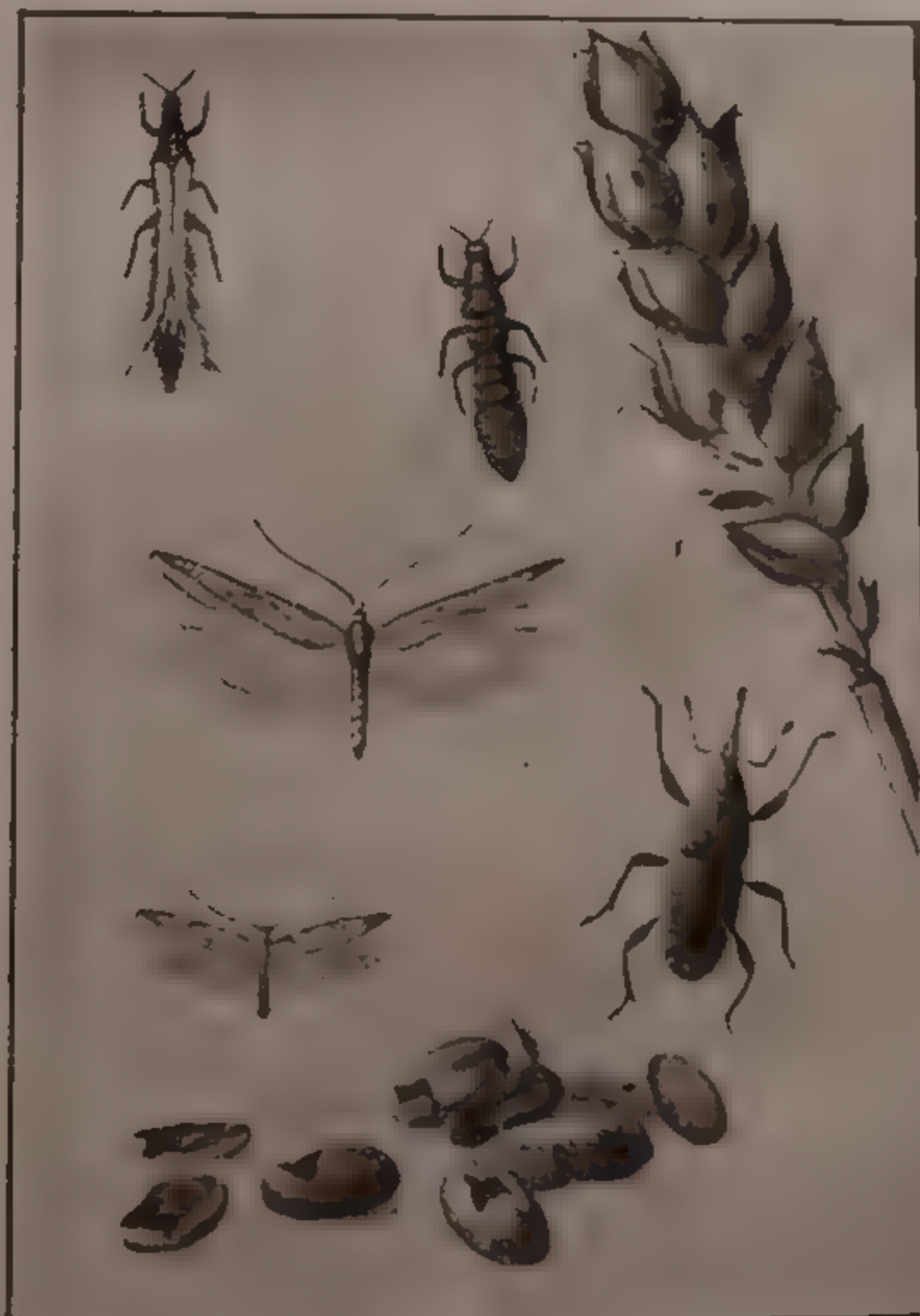



Fig. 340. – *Trips* dei Cereali; *Alucite* dei Cereali; *Tignuola dei grani*; *Calandra del grano*.
(Ingrandimento circa 4 volte).

La scienza che si occupa in particolar modo degli Insetti ha assunto oggi una grande importanza specialmente per quanto riguarda i suoi rapporti con l'agricoltura (*Entomologia agraria*), che è la fonte prima della nostra ricchezza nazionale, e valorosi cultori presiedono al suo incremento, recando in questo campo i suggerimenti dettati dall'esperienza e dai principi teorici e dottrinali. Il Governo fascista dedica particolari cure a questi Istituti agrari.

Seconda Classe: ARACNIDI

Appartengono a questa classe i seguenti ordini: *Ragni, Opilionidi, Scorpioni, Acari.*

RAGNI. — Un ragno comune è l'**Epeira** o **Ragno crociato** (*Epeira diademata*) (fig. 341) così detto perchè porta sull'addome un disegno a croce. Vive nei giardini e costruisce in modo mirabile la sua tela (fig. 342) fra le piante mediante un filo di seta che segrega dalla parte posteriore dell'addome per mezzo di ghiandole apposite. Ha il corpo distinto in capo-torace e addome. Il capo porta 8 occhi piccoli, e la bocca ha un paio di mandibole munite di uncini comunicanti con una ghiandola velenosa (*cheliceri*) (fig. 343), e un paio di mascelle munite di un lungo *palpo* filiforme con le quali preme la vittima contro la bocca per succhiarne il contenuto. L'addome non è diviso in segmenti ed è molto sviluppato. Respira per una specie di *sacco polmonare.*

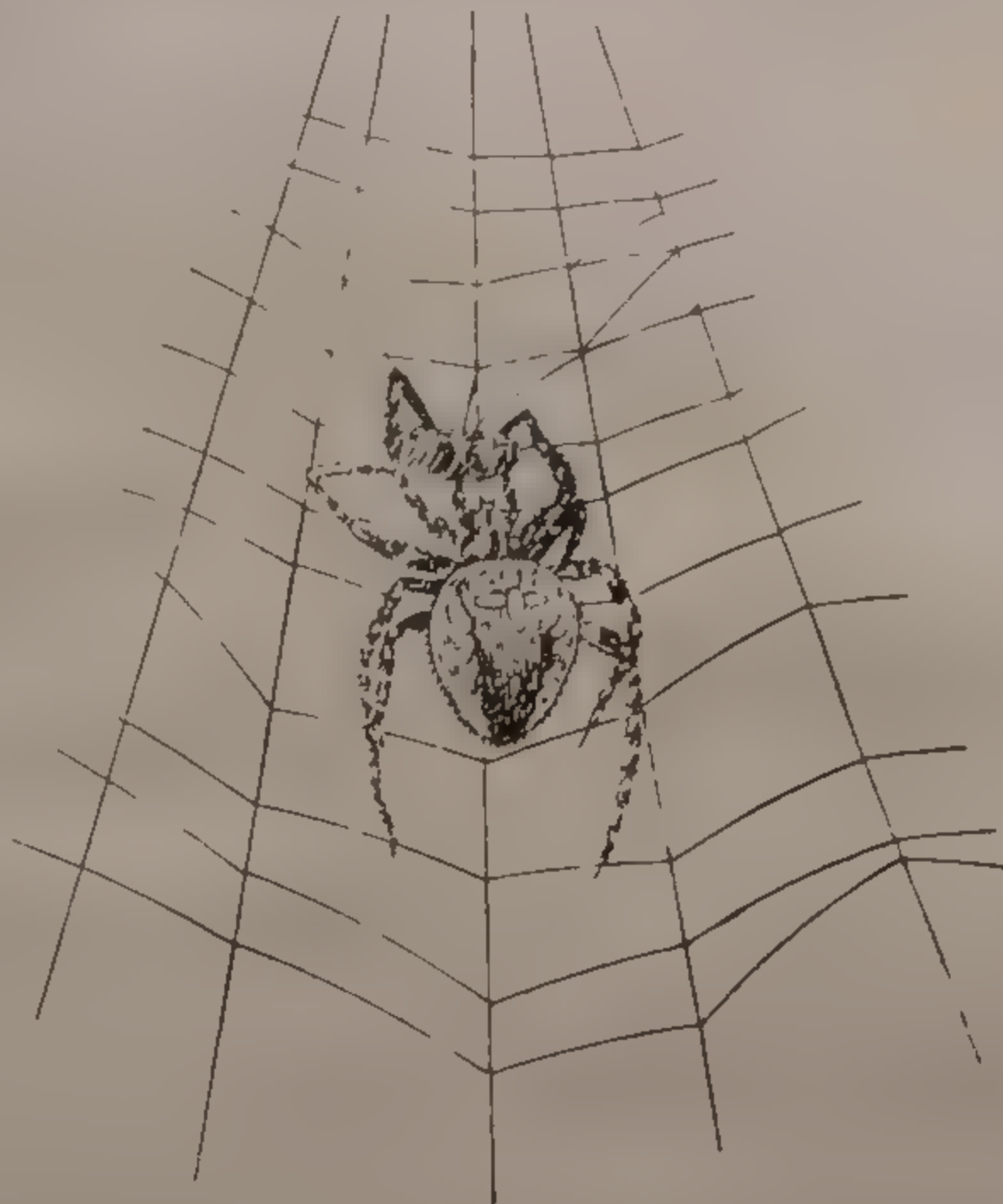



Fig. 341. — *Epeira diademata.* Il Ragno sta avviluppando nella tela una mosca catturata. (Grandezza naturale).

Non tutti i Ragni fanno la tela per catturare mosche ed altri insetti. Il *Salticus scenicus,* ad esempio, un piccolo Ragno che si vede spesso correre sui davanzali delle finestre coi palpi continuamente in moto, acchiappa con un salto le mosche. Altri Ragni sono: la *Tarantola delle Puglie* (*Lycosa Tarantula*) che vive nelle regioni meridionali d'Italia e la cui puntura produce enfiagione e un prurito doloroso. (Il così detto *tarantolismo* non ha nulla a che fare col morso del Ragno) [1].

Un Ragno che si scava un cunicolo entro terra e che chiude con un coperchio resistente

[1] La credenza popolare che il morso di questo Ragno produca disturbi nervosi che possono essere guariti al suono della tarantella è completamente falsa. I disturbi nervosi curati con simile... sistema sono dovuti a isterismo e perciò gli individui che ne sono affetti sono facilmente suggestionabili.

Fig. 342. – Tela dell' Epeira.

di seta e la **Cteniza scavatrice** (fig. 344) Un grossissimo Ragno villoso è la **Migale americana** (fig. 345) che esce di notte in cerca di preda.

Mirabilmente adattato a vivere nell'acqua è il *Ragno d'acqua* (*Argyroneta aquatica*) (fig. 346) che si fabbrica un bozzolo che poi riempie d'aria sì da trasformarlo in una vera e propria *campana da palombaro* entro cui fissa la sua dimora. Poichè respira per sacchi polmonari, esso ha bisogno di una continua provvista d'aria.

I così detti *fili della Vergine* o di *Santa Maria* sono dei fili di seta prodotti da certi Ragni (*Tomisidi*), che si valgono di essi per lasciarsi trasportare dal vento come su una nave

Fig. 343. – I due cheliceri di un Ragno.
(Visti al microscopio).

Fig. 344. – Un Ragno minatore: la Cteniza scavatrice.
(Grandezza naturale).

Fig. 345. – La Migale americana (*Theraphosa Leblondi*). Grandezza naturale).

cerca in un luogo [illegible]

OPILIONIDI. – Comune sui muri o sotto le pietre e ne sta immobile di giorno il *Falangio Opilio* (*Phalangium parietinum*) (fig. 347) dalle lunghe zampe, somigliante ad un Ragno, ma da cui differisce per l'addome tutto unito al capotorace.

SCORPIONI. – **Lo Scorpione** (fig. 348) ha il corpo schiacciato, con l'addome diviso in segmenti, dei quali gli ultimi sono piccoli e formano come una specie di coda. L'ultimo segmento porta l'*aculeo del veleno*, del quale l'animale si serve per pungere la vittima, dopo averla

Fig. 346. – L'Argironeta acquatica. (Grandezza naturale).
Si osservi la bolla d'aria che lo fa parere argentato e la campana setosa che il Ragno riempie d'aria alla sommità e dentro la quale fissa la sua dimora.

Fig. 347. - *Phalangio Opilio.*
(Grandezza naturale).

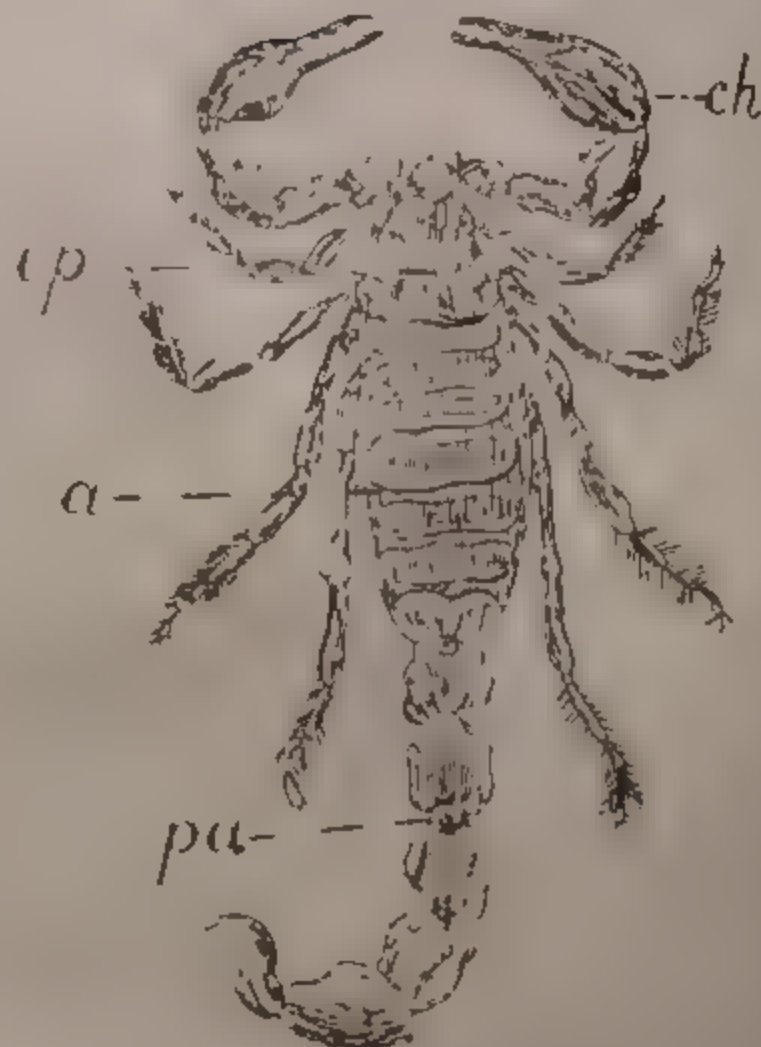



Fig. 348. – Lo Scorpione.
(*Androctonus australis*).
(Grandezza naturale).
Grossa specie africana di Scorpione. L'aculeo velenifero è all'estremità posteriore del post-addome (volgarmente coda). *ch*) chele, *cp*) capotorace; *a*) addome; *pa*) postaddome.

Fig. 349. – L'Acaro della scabbia (*Sarcoptes scabiei*), femmina.
È lungo circa 0,5 mm.)

Fig. 350. – La Zecca
(Ingrandita circa 10 volte)

Fig. 351
Il Julo
o Millepiedi.
(Grand. nat.).

Fig. 352. – Miriapode
(*Scolopendra morsitans*).
(Un poco più piccola della grand. nat.).

Fig. 353. – Gambero di fiume (*Astacus fluviatilis*). (¹/₂ della grandezza naturale).

afferrata con le robuste pinze corrispondenti ai palpi mascellari molto sviluppati. I grossi Scorpioni dei paesi caldi possono anche provocare la morte nell'uomo.

ACARI. – Gli Acari sono Aracnidi adattati alla vita parassitaria, e perciò hanno il loro corpo profondamente trasformato. Vi appartiene, ad es., l'**Acaro della scabbia** (*Sarcoptes scabiei*) (fig. 349), parassita dell'uomo, la cui femmina lunga ½ millimetro si scava gallerie sotto l'epidermide nelle quali depone le uova, e produce un prurito fastidioso, provocando la nota malattia della *scabbia*, o comunemente *rogna*. Il piccolo corpo ha le zampe ridotte e munite di setole lunghe e fini.

Fig. 354. Apparato boccale del Gambero di fiume.
1. Mandibola. — 2, 3. Mascelle. 4, 5, 6. Piedi mascelle.

Parassiti di animali (Cani, Gatti, ecc.) sono le **Zecche** (come l'*Ixodes ricinus*) (fig. 350) che succhiano il sangue del quale riempiono il loro addome, che diventa, perciò, voluminoso. L'*Argas reflexus* è comune nelle piccionaie.

Terza Classe: **MIRIAPODI**

Ai *Miriapodi* appartiene, ad es., il **Iulo o Millepiedi** (fig. 351), frequente sotto i sassi umidi, dove lo si vede spesso arrotolato su sè stesso. Ha il corpo cilindrico, color grigio piombo, diviso in tanti anelli, ciascuno dei quali è munito di un doppio paio di zampe (onde il nome). Ha il capo distinto dal corpo con antenne e pezzi boccali masticatori. Respira per *trachee*.

I Miriapodi si suddividono in *Diplopodi* e *Chilopodi*. Ai primi appartiene il *Mil-*

Fig. 355. – Il Gambero marino (*Homarus vulgaris*). (Acquario di Napoli). (Lunghezza fino a 40 cm.).

Fig. 356. – Granchio nuotatore (*Portunus puber*).
(Grandezza naturale)

lepiedi già descritto; ai secondi la **Scolopendra** (fig. 352) dal corpo schiacciato e portante un solo paio di zampe per ogni segmento. La *Scolopendra* è velenosa e la sua puntura può riuscire mortale se si tratta di specie viventi nei paesi tropicali.

Frequente nelle case è la così detta **Fortuna** (*Scutigera coleoptrata*), leggera, gracile, con zampe lunghe, che cammina con grande sveltezza sulle pareti durante la notte allorchè esce dal suo nascondiglio abituale per andare a caccia di insetti.

Quarta Classe: CROSTACEI

Vediamo come è fatto, ad es., un **Gambero**, così avremo un'idea della organizzazione generale dei Crostacei (fig. 353). Notiamo per prima cosa la divisione del corpo in segmenti e la pelle indurita a guisa di crosta (onde il nome), perchè impregnata di sali calcarei (*dermascheletro*). Là dove i segmenti si uniscono, la pelle però rimane sottile, cosicchè è permessa la mobilità dei vari pezzi fra loro, ed è consentito all'animale di muoversi e spostarsi con una certa libertà nel mezzo ambiente in cui vive. Nel corpo si distinguono due parti: un *capotorace* anterior-

Fig. 357. – L'Aragosta (*Palinurus vulgaris*). (Acquario di Napoli).
(Lunghezza fino a 40 cm.)

mente, fatto di un unico pezzo, e un *addome* posteriormente, diviso in segmenti, dei quali gli ultimi due sono appiattiti a formare come una specie di coda. Al-

Fig. 358. – *Phyllosoma*, larva di Aragosta.

Fig. 359. – *Squilla mantis* (1/3 della grand. nat.)

l'estremità anteriore si notano due paia di appendici: le *antenne*, molto lunghe, e le *antennule* più corte; le prime servono all'animale per il tatto e le seconde forse anche per l'olfatto. Ai lati di un prolungamento a guisa di rostro del capotorace si trovano gli occhi *peduncolati*, cioè sostenuti da un peduncolo, sul quale essi possono muoversi ed esplorare tutto intorno. Ventralmente si ha la bocca formata da molti pezzi articolati e cioè: un paio di *mandibole*, due paia di *mascelle*, tre paia di *piedi-mascelle*, che servono per portare il cibo alla bocca e tenere ferma la preda (fig. 354). Il Gambero ha cinque paia di veri piedi articolati; quelli delle tre paia anteriori terminano con una tenaglia, che nel primo paio (*chela* o *pinza*) è molto grossa ed è atta ad afferrare la preda. Alla base di questi piedi si trovano delle frange che resta-

Fig. 360. – *Cyclops* (ingr. circa 30 volte). Femmina che porta sospesi all'addome due sacchi di uova.

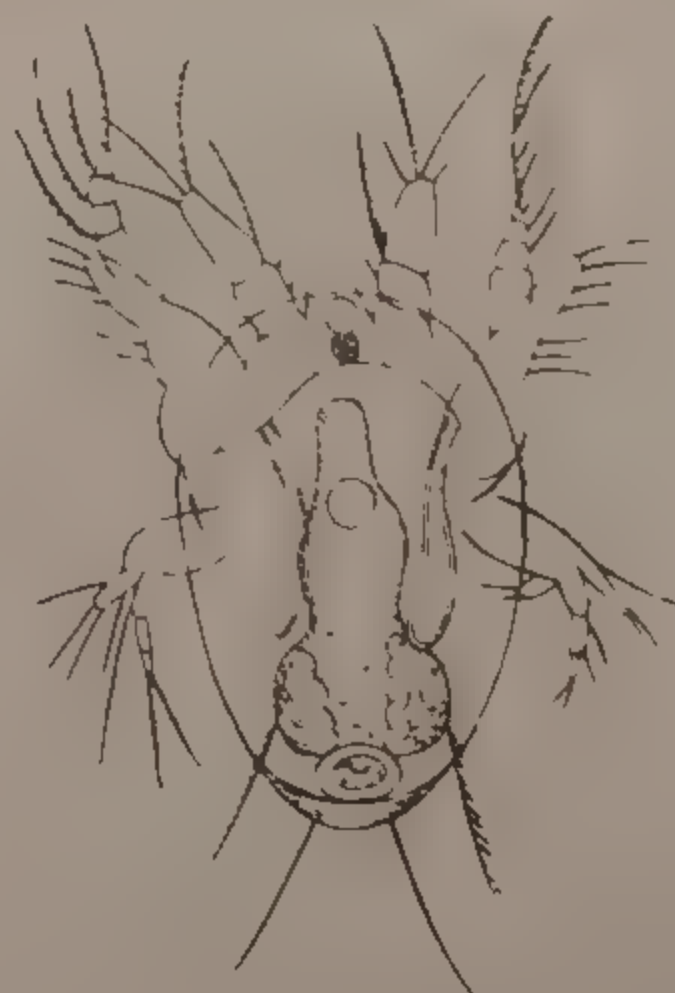



Fig. 361. – *Nauplius*. Forma larvale di un *Cyclops*. (A fortissimo ingrandimento).

no coperte dal capotorace e servono per la respirazione: sono le *branchie*. Altre appendici portano ventralmente i segmenti dell'addome (i *pleopodi*), e servono alle femmine per trattenere le uova o agevolare il nuoto.

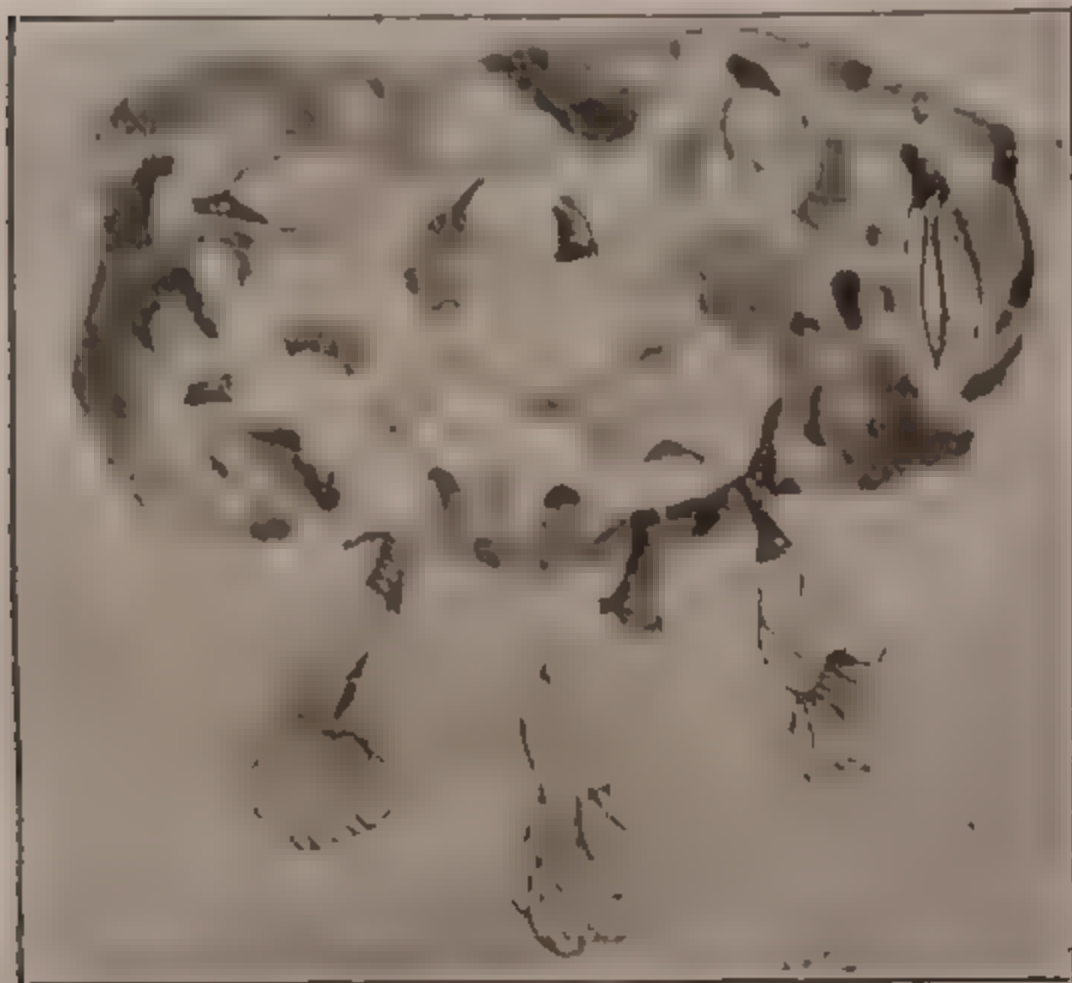



Fig. 362. – Lepadi attaccate a un sughero galleggiante. (Da KUNCKEL). (¹/₂ della grandezza naturale).

Per quanto riguarda la struttura *interna* notiamo un *apparato digerente* con uno stomaco molto robusto (stomaco *masticatore*, formato da pezzi assai duri) a cui segue uno stomaco *glandolare* secernente succhi digestivi; un sistema nervoso *gangliare*; un sistema *circolatorio* con una specie di *cuore*.

Fig. 363. – Guscio di *Balanus Hameri*.
s) opercolo con scuta; t) tergi. (Grand. nat. ma variabile).

La riproduzione avviene per uova, da cui si sviluppano dei piccoli gamberi di forma simile all'adulto, se si tratta del Gambero di fiume, ma che però subiscono successivamente delle *mute* cambiando la pelle; oppure delle *larve* assai diverse dall'adulto, se si tratta del *Gambero di mare*.

Questa diversità di sviluppo sta probabilmente in relazione col diverso ambiente, nel senso che in mare le larve sono più difficilmente preda dei nemici e la continuità della specie è così assicurata: nei fiumi invece la protezione dei piccoli gamberetti è tale da permettere lo sviluppo definitivo, essendo i predatori e le cause di distruzione assai minori.

Fig. 364. – Lombrico di terra (*Lumbricus terrestris L.*). (BREHM). (Grandezza naturale).

Appartengono a questo gruppo, ad es., oltre al Gambero di fiume e di mare (fig. 355), i **Granchi**, comuni nelle nostre spiaggie, che hanno l'addome corto e situato sotto al capotorace largo e appiattito (fig. 356); le **Aragoste** (*Palinurus vulgaris*) (fig. 357), la cui forma larvale è rappresentata nella fig. 358, sono ricercate per le carni ottime, e si distinguono dal Gambero per la mancanza delle tenaglie; le comuni **Canocchie** (*Squilla mantis*) (fig. 359). Nei **Paguri** l'addome è molle, e tipica è la loro simbiosi con le *Attinie* (vedi pag. 216). Al gruppo degli *Entomostraci* appartengono invece specie piccole di Crostacei, e ricorderemo fra essi: i *Cyclops* (fig. 360), la cui forma larvale è rappresentata nella

fig. 361, cosiddetti perchè hanno un occhio solo in mezzo al capo; le **Dafnie** (*Daphnia pulex*) o pulci d'acqua, viventi nelle acque dei nostri stagni. In mare, sugli scogli, vivono le **Lepadi** (*Lepas anatifera*) (fig. 362) il cui corpo è protetto da gusci calcarei, dai quali sporgono i piedi in forma di cirri (onde il nome di *Cirripedi* dato al gruppo) e i **Balani** (*Balanus Hameri*) (fig. 363), che si attaccano ai corpi sommersi, e hanno pure il corpo coperto di piastre calcaree, ma non sostenuto da un peduncolo come avviene per le Lepadi.

Fig. 365. – Nefridio di un Oligocheto.

t_2) imbuto vibratile; d_{1s}) divisione del segmento successivo; ng_1) e ng_2) canale; *cb*) vescicola terminale; *in*) parete addominale. (Forte ingrandimento).

VERMI

(ANELLIDI, NEMATELMINTI, PLATELMINTI)

Col nome di *Vermi* si indicavano dagli antichi naturalisti una quantità di animali, che, non trovando posto nelle classificazioni già adottate, venivano ad essere compresi sotto questa denominazione generica. Oggi questo gruppo è stato smembrato in vari tipi e l'antica denominazione abbandonata.

Tuttavia, per ragioni pratiche, indicheremo qui, con questo nome generico di *Vermi*, animali appartenenti ai tipi degli *Anellidi*, *Nematelminti* e *Platelminti*, i quali formano dei gruppi naturali di animali per lo più con adattamento alla vita *parassitaria*; molti di essi infatti vivono a spese di altri organismi, cui recano perciò danni più o meno gravi.

Fig. 366. Terminazione di un tubolino del sistema escretore di un Anellide Policheto.

d) dotto renale; *s*) solenociti; *n*) loro nuclei; *r*) flagello. (Forte ingrandimento).

Tipo: ANELLIDI

Il comune **Lombrico di terra** (fig. 364) può essere preso come esempio dei Vermi di questo Gruppo. Esso ha il corpo diviso in anelli o segmenti o *metameri*.

Sotto la pelle sottile vi è uno strato di muscoli disposti sia in senso *circolare* sia in senso *longitudinale*: contraendosi i primi, il corpo si allunga; contraendosi i secondi, si accorcia; ed è con questi allungamenti ed accorciamenti che l'animale procede verticalmente nella terra umida. Nella parte anteriore si apre la bocca, che immette in un esofago e quindi in un intestino allungato.

Il sistema nervoso è costituito da una serie di gangli uniti fra loro da commessure.

Fig. 367. – *Spirographis Spallanzanii.* (Acquario di Napoli).
(Lunghezza del tubo fino a 20 cm.).

Il sistema *escretore* è rappresentato dai così detti *nefridii* [1] disposti a coppie per ogni segmento. Esistono vasi sanguigni: uno dorsale e uno ventrale. Vi è una *cavità viscerale* o *celoma.*

Gli *Anellidi* si suddividono in *Chetopodi* e *Discofori*. I *Chetopodi* comprendono i *Policheti* e gli *Oligocheti.*

Ai *Policheti* appartengono diversi Vermi che vivono entro tubi e respirano per branchie. Fra questi Vermi, al contrario di quanto pensa il volgo, che associa al nome di vermi l'idea di animali sempre ripugnanti, si trovano forme di meravigliosa bellezza. La **Spirographis Spallanzanii** (fig. 367) infatti vive entro un tubo coriaceo, dalla sommità del quale sporgono e si muovono in circolo filamenti branchiali di color arancia. Nell'Acquario di Napoli si osservano **Protule** da;

Fig. 368
Protula intestinum.
(1/1 grandezza naturale).

Fig. 369. – Arenicola (*Arenicola marina*).
(Lunga circa 20 cm.).

[1] I *nefridii* sono semplici canali con due aperture, di cui una conduce all'esterno e l'altra comunica con la cavità del corpo per mezzo di un imbuto vibratile o *nefrostoma*, larga apertura che con le sue vibrazioni porta all'imbocco del canale e spinge le sostanze da espellere all'esterno (fig. 365). I nefridii si ripetono a paia in ciascun segmento e si aprono all'esterno nel segmento successivo. In alcuni Policheti i nefridii sono da una parte a fondo chiuso formato da numerosi tubi rigidi, ciascuno dei quali contiene un flagello (*solenociti*) (fig. 366) e sboccano all'altro estremo mediante un foro escretore

bianchi tubi calcarei avvolti su se stessi e con fiocchi fiammeggianti alla sommità (fig. 368). Al più leggero tocco, o anche per un semplice oscuramento provocato artificialmente quasi a simulare una nuvola che passi, questo fiocco sparisce entro il tubo; il Verme si ritira nella sua casa per riapparire poi prudentemente fuori col suo capo piumato allo svanire del pericolo. Altri Anellidi vivono liberi come la magnifica **Aphrodita** che ha un rivestimento di setole splendente di mille riflessi metallici. Le **Arenicole** (fig. 369) hanno i segmenti della regione mediana del corpo provvisti di branchie. I Vermi *Policheti* sono così detti perchè posseggono per ogni segmento due paia di prolungamenti laterali: i *parapodii* (specie di organi di locomozione) muniti di setole chitinose. Inoltre hanno un sistema nervoso con cingolo periesofageo (fig. 370). Negli *Oligocheti*, a cui appartiene il Lombrico, i segmenti sono privi di *parapodii* e muniti di piccole setole.

Fig. 370. — Sistema nervoso di un Anellide tubicolo marino (*Serpula*).

In alto i gangli sopraesofagei (*g*) con nervi che vanno al capo; *b*) gangli sottoesofagei con le connessure trasversali.

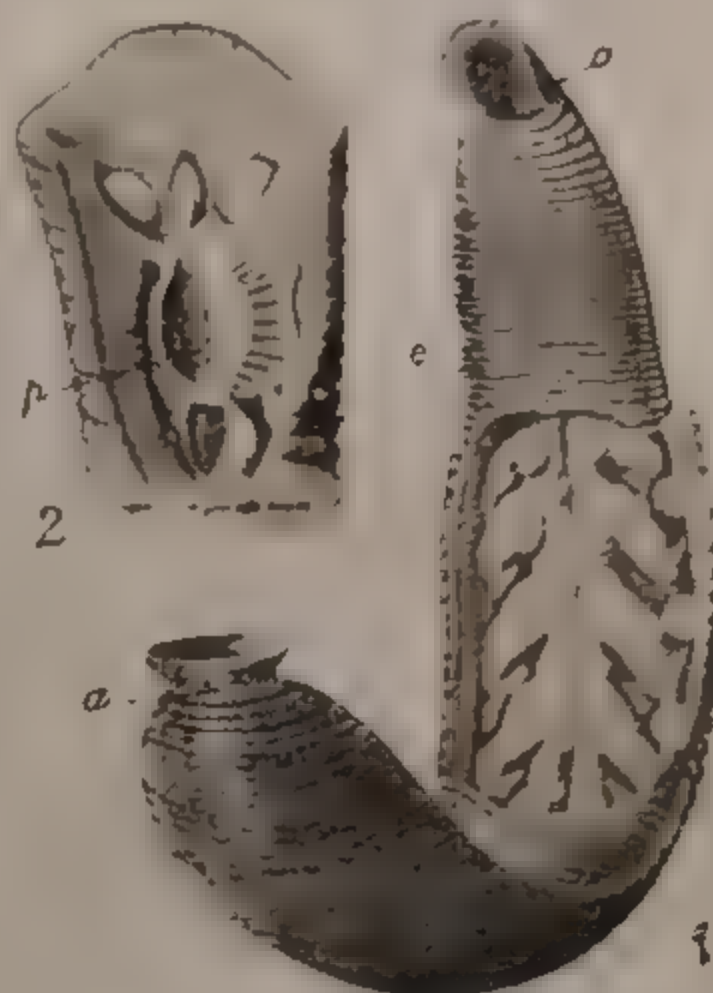



Fig. 371. — Sanguisuga (*Hirudo medicinalis*).

1) vista dal lato ventrale; 2) estremo anteriore sezionato; *a*) ano; *p*) faringe; *o*) bocca.
(Un poco più grande del vero).

La **Sanguisuga** (fig. 371) porta due ventose alla estremità del corpo In fondo alla ventosa anteriore si trova la bocca munita di tre mascelle taglienti, con le quali produce nella pelle una ferita triangolare da cui succhia il sangue. Questo va nell'intestino che è formato da tante insaccature laterali atte ad aumentare il contenuto. Le Sanguisughe vivono nelle acque stagnanti e, da giovani, si cibano di animali *eterotermi*, ossia a temperatura variabile (come rane, pesci e altri animali a *sangue freddo*); da adulte, del sangue di Mammiferi o altri animali *omeotermi* ossia a sangue caldo. Vengono, come è noto, adoperate in Medicina, per sottrarre sangue agli ammalati, nei casi in cui ciò si renda necessario.

Fig. 372. Ascaride (*Ascaris lumbricoides*).

a) estremo anteriore; *b*) estremo posteriore.

Tipo: NEMATELMINTI

Appartengono a questo tipo molti Vermi parassiti dell'uomo. Al Gruppo dei *Nematodi* appartiene l'**Ascaride o Verme dei bambini** (*Ascaris lumbricoides*), che vive adulto nell'intestino dei ragazzi (fig. 372). È un Verme di forma cilindrica che ha l'aspetto di un Lombrico, ma dal quale differisce per la struttura. Infatti, come in tutti i Nematodi

si distingue in esso una *cuticola* esterna, molto resistente, al di sotto della quale vi è uno strato muscolare: una cavità del corpo (*celoma primario*) entro la quale si trova l'intestino, che decorre da una estremità all'altra del corpo cilindrico, dalla bocca cioè all'ano; un sistema nervoso consistente in un *cingolo periesofageo* e in *tronchi nervosi*, dei quali due più grandi scorrono uno dorsalmente e uno ventralmente; degli organi *escretori* in forma di tubi longitudinali (fig. 373). I sessi sono separati. La femmina misura da 10 fino a 30 cm. ed è di colore rossastro. L'infezione può avvenire mangiando verdure crude o altri alimenti inquinati dalle uova del parassita. Generalmente il Verme è innocuo, ma può anche dar luogo a complicazioni, sia per il fatto che può mettere in circolo delle tossine, che provocano disturbi simili a quelli dati dalla meningite cerebrospinale, sia perchè, se in grandi quantità, può produrre occlusione dell'intestino, sia perchè qualche individuo può perforare l'intestino e dar luogo ad una *peritonite*, oppure risalire per lo stomaco e l'esofago e andare ad ostruire le vie respiratorie. La dilatazione della pupilla e la non completa chiusura della rima palpebrale nel sonno sono sintomi della presenza del Verme nei bambini.

Fig. 373. L'Ascaride. (Anatomia).
f) faringe; *i*) intestino; *l*) linee laterali, *v*) linea ventrale; *s*) apparato sessuale (femm.).

Fig. 374. – *Filaria Bankrofti*. Larva del sangue. Lunghezza da 125 a 300 millesimi di millimetro).

Altro Verme parassita dei bambini è l'**Ossiuro** (*Oxyuris vermicularis*). È un Verme piccolo (la femmina è lunga circa 10 mm.), bianco, che vive nella parte posteriore dell'intestino tenue, da dove passa nel cieco, e di qui le femmine adulte scendono giù per il crasso e depongono le uova, con gli embrioni, provocando un intenso prurito nella regione perineale. In seguito a questo prurito i bambini si grattano e poi, col mettersi le dita in bocca, si infettano nuovamente.

Fig. 375. *Trichinella spiralis*. (Maschio).

L'**Anchilostoma** produce un'infezione molto grave conosciuta col nome di *anemia dei minatori*, perchè questi parassiti, facendo delle ferite nelle pareti intestinali, provocano emorragie e quindi anemia. Fu chiamata dei minatori perchè si verificò in forma di epidemia grave fra i minatori del Gottardo nel 1880. La femmina è lunga 10-18 mm.

Vermi filiformi sono le **Filarie**, diffuse nelle regioni tropicali e intertropicali, tra cui la *Filaria Bankrofti*, che pare sia la causa della *elefantiasi* delle gambe e di altre regioni del corpo per la formazione di un edema cronico duro, che ingrossa e deforma tutta la regione (fig. 374). Adulta raggiunge 18 cm. di lunghezza.

Finalmente ricordiamo la **Trichina** (*Trichinella spiralis*) (fig. 375) lunga circa un mil-

limetro e mezzo, che produce una malattia assai grave nell'uomo, la *trichinosi*. L'infezione può aversi anche qui, come per la Tenia, mangiando carne infetta di maiale, il quale può a sua volta infettarsi mangiando topi che ospitano il parassita. Nelle cisti calcaree della carne infetta sono racchiuse le *trichinelle* ravvolte a spira. Giunte nello stomaco dell'uomo, per apertura delle cisti, le trichine si sviluppano, accoppiandosi poi nell'intestino, e producono *larve* che dall'intestino passano nei linfatici nel sangue, e quindi si fermano nei muscoli striati dove si *incistidano*, avvolgendosi a spirale e chiudendosi in una capsula calcarea (fig. 376). La presenza della Trichina nei muscoli dell'uomo produce come una specie di tetano. In Italia questa malattia è fortunatamente rara, non così in Germania, specie quella del nord, dove era molto diffusa prima che divenisse obbligatorio l'esame delle carni suine destinate all'alimentazione.

Fig. 376. – *Trichinella spiralis*. Larve incistidate in un muscolo. (Molto ingr.)

Tipo: PLATELMINTI

I Platelminti (*Vermi piatti*), così detti per la forma appiattita del loro corpo, sono animali a *simmetria bilaterale*, privi di una cavità celomatica interna (Vermi *parenchimatosi*), e con un sistema gastrovascolare, provvisto di una sola apertura, funzionante quindi e da sistema digerente e da sistema circolatorio.

Fig. 377. Frammenti di *Taenia solium* e proglottidi. (Circa grand. natur.).

Posseggono inoltre fibre muscolari variamente disposte, un sistema nervoso gangliare, e organi di escrezione. L'apparato riproduttore è pure molto sviluppato, ed è quasi normale l'ermafroditismo. Si hanno però differenze notevoli da questi caratteri generali nei vari gruppi in cui il tipo si suddivide. Descriviamo, nel Gruppo dei *Cestodi*, la *Taenia solium*, volgarmente conosciuta col nome di « *Verme solitario* », parassita dell'intestino dell'uomo allo stato adulto.

La Tenia e il suo ciclo biologico. – La Tenia adulta ha la forma di un nastro allungato (fino a cinque metri e più, e largo più di un centimetro ad un'estremità) suddiviso in tanti pezzi chiamati *proglottidi* (fig. 377). Alla estremità più sottile di questo nastro si nota la *testa* del Verme, detta *scolice*, grande come la capocchia di uno spillo, munita di quattro *ventose* all'intorno, funzionanti da organi di adesione, e di una corona in doppia serie di uncini superiormente (fig. 378). Mediante questi uncini e le ventose il Verme si fissa saldamente alle pareti dell'intestino. Alla testa segue una porzione assottigliata (il *collo*), e poi tanti segmenti: le *proglottidi*, le quali, essendo generate per successive divisioni del collo dello scolice, vanno diven-

tando più vecchie man mano che si allontanano da esso. Ogni proglottide contiene organi di escrezione (i così detti *vasi acquiferi*) e organi sessuali maschili e femminili. Le proglottidi più vecchie, mature e piene di uova, si staccano, e vengono eliminate dall'intestino insieme con le feci. Se queste vengono a trovarsi in un campo ove pascolino degli animali, può accadere che l'animale pascolante introduca nel suo corpo insieme con le erbe, anche le uova della Tenia. Poichè ogni Tenia ha il

Fig. 378. – La Tenia e il suo ciclo biologico.

a) uovo contenente un embrione; *b*) larva esacanta; *A*) scolice con ventose e uncini; *C*) cisticerco con lo scolice invaginato; *D*) cisticerco con lo scolice evaginato; *P*) proglottide. (Ingrandito)

suo ospite specifico, nel nostro caso è il *maiale* che fa da ospite *intermedio* per lo sviluppo del parassita. Infatti l'uovo, nello stomaco del maiale, si sviluppa in una larva munita di uncini (*larva esacanta*), la quale perfora le pareti dello stomaco, e dal sangue viene portata in circolo fino a che non si ferma nel connettivo sottocutaneo, dove si trasforma in un *cisticerco*, ossia in una vescichetta entro la quale si forma lo scolice.

Si sa che la carne del maiale è adoperata per fare prosciutti e insaccati; l'uomo quindi mangiando di questa carne infetta (*panicata* come si dice, per la presenza di concrezioni della grossezza di circa un pisello o di un grano di miglio corrispondenti ai cisticerchi) introduce nel suo stomaco, e quindi nell'intestino, il cisticerco, che trovando le condizioni adatte per il suo sviluppo svagina lo scolice e con esso si attacca saldamente alla parete intestinale cominciando a generare le proglottidi (fig. 378).

Così si chiude il *ciclo*, al compimento del quale occorre dunque la presenza di un ospite *definitivo*: l'uomo; e di un ospite *intermedio*: il maiale. Finchè sussiste lo scolice il Verme con la sua presenza infetta l'intestino; per liberarsi dal verme occorre quindi eliminare la testa; ciò che si ottiene con appositi *vermifughi*.

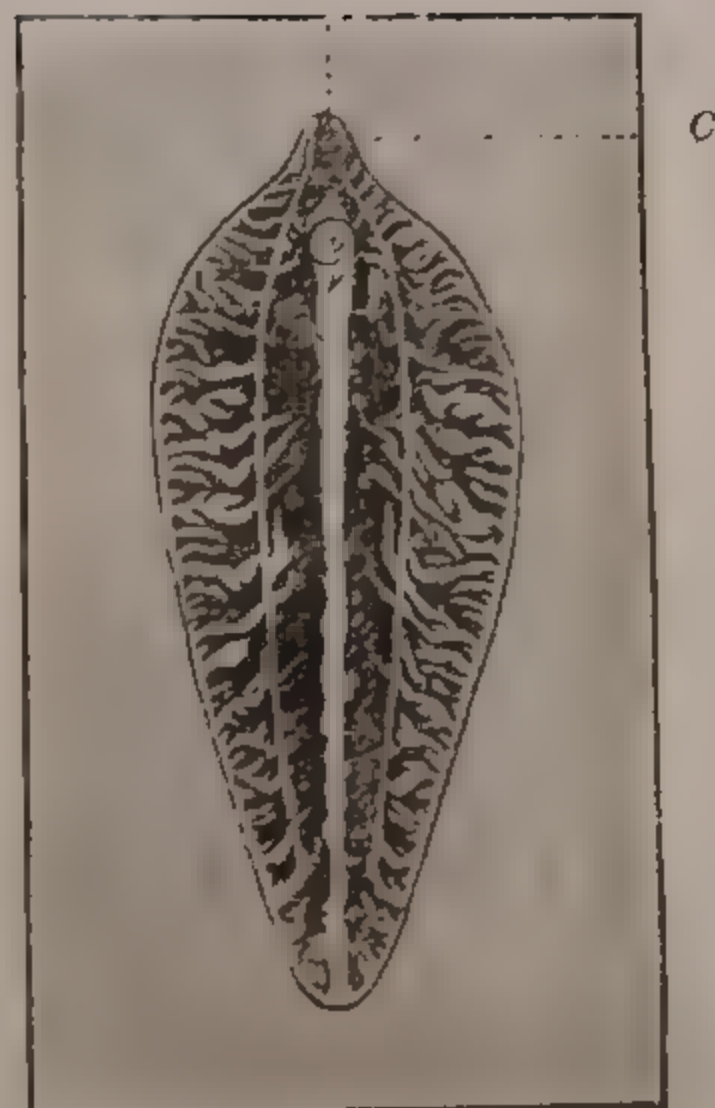
La Tenia ci dà un esempio della profonda trasformazione che subisce il corpo degli animali parassiti dovendosi adattare all'ambiente speciale in cui vengono a trovarsi. Infatti questo Verme non possiede apparato digerente, ma si nutre per *osmosi* attraverso le pareti del corpo, sottraendo così buona parte del *chilo* che

Fig. 379. — *Distoma hepaticum.* Animale con intestino iniettato di massa nera.
c) cervello dal quale partono cordoni nervosi; o) bocca o ventosa orale, r) ventosa ventrale.
(Lunghezza 20-30 mm.).

sarebbe invece destinato all'assorbimento. Non possiede nè organi di locomozione nè organi di senso, ma solo gangli nervosi nello scolice. Molto sviluppato è invece l'apparato riproduttore a tipo ermafrodita. Il numero di uova prodotte è infatti enorme, e anche questo sta in relazione con l'adattamento alla vita parassitaria, giacchè tra le migliaia di uova che si formano solo alcune evidentemente potranno andare a destinazione ed assicurare così la continuità della specie.

Oltre la *Taenia solium* vi è la **Taenia saginata**, inerme, cioè senza uncini nello scolice, che ha per ospite intermedio il Bue. In Italia, specie nella regione dei laghi, esiste pure il **Botriocefalo** che, adulto, può arrivare a otto metri di lunghezza, e il cui ciclo di sviluppo è complicato, poichè può svilupparsi nell'uomo in seguito ad ingestione di carni di pesce infetto, il quale a sua volta si è infettato mangiando dei piccoli crostacei di acqua dolce.

Nell'intestino del cane vive allo stato adulto un'altra Tenia: l'*Echinococco*. È questa una piccola Tenia armata e lunga pochi millimetri, della quale il cane può infettarsi mangiando il fegato infetto di un ruminante. Infatti se le uova della Tenia del Cane vengono introdotte con l'erba nel corpo di un Ruminante, si sviluppano le larve, e i rispettivi cisticerchi si annidano nel fegato, dove assumono l'aspetto di una grossa vescica detta *idatide*, che può diventar grande come la testa di un bambino. L'ospite intermedio in questo caso è il Ruminante e l'ospite definitivo il Cane.

Fig. 380.
A) miracidio; *B*) sporocisti con redie; *C*) Redie; *D*) formazioni di cercarie; *E*) cercaria; F) cisti che contiene un giovane distoma; G) giovane distoma appena schiuso; *L*) Limnaea truncata (lunga da 4 a 8 mm.).
(Le altre figure sono fortemente ingrandite).

Il guaio si è che le uova di questa Tenia possono venire ingerite anche dall'uomo, poichè esse possono trovarsi

anche sul pelo del cane e sulla sua mucosa boccale, e la pessima abitudine che hanno taluni di baciare i cani può essere fatale giacchè è facile ingerire le microscopiche uova e infettarsi del pericoloso Verme.

Un'altra Tenia che pure è da ricordarsi è la **Taenia coenurus**, che allo stato adulto vive nei Cani e nei Gatti e allo stato di cisticerco nelle Pecore e nei Conigli. Questo cisticerco (*Coenurus cerebralis*) si sviluppa specialmente nelle meningi delle Pecore, formando grosse cisti e determinando quella malattia nota col nome di *capostorno*, che è mortale, e produce stragi nei greggi; onde occorre bruciare i cadaveri delle pecore morte per infezione, per impedire che i Cani possano divorarli e infettarsi.

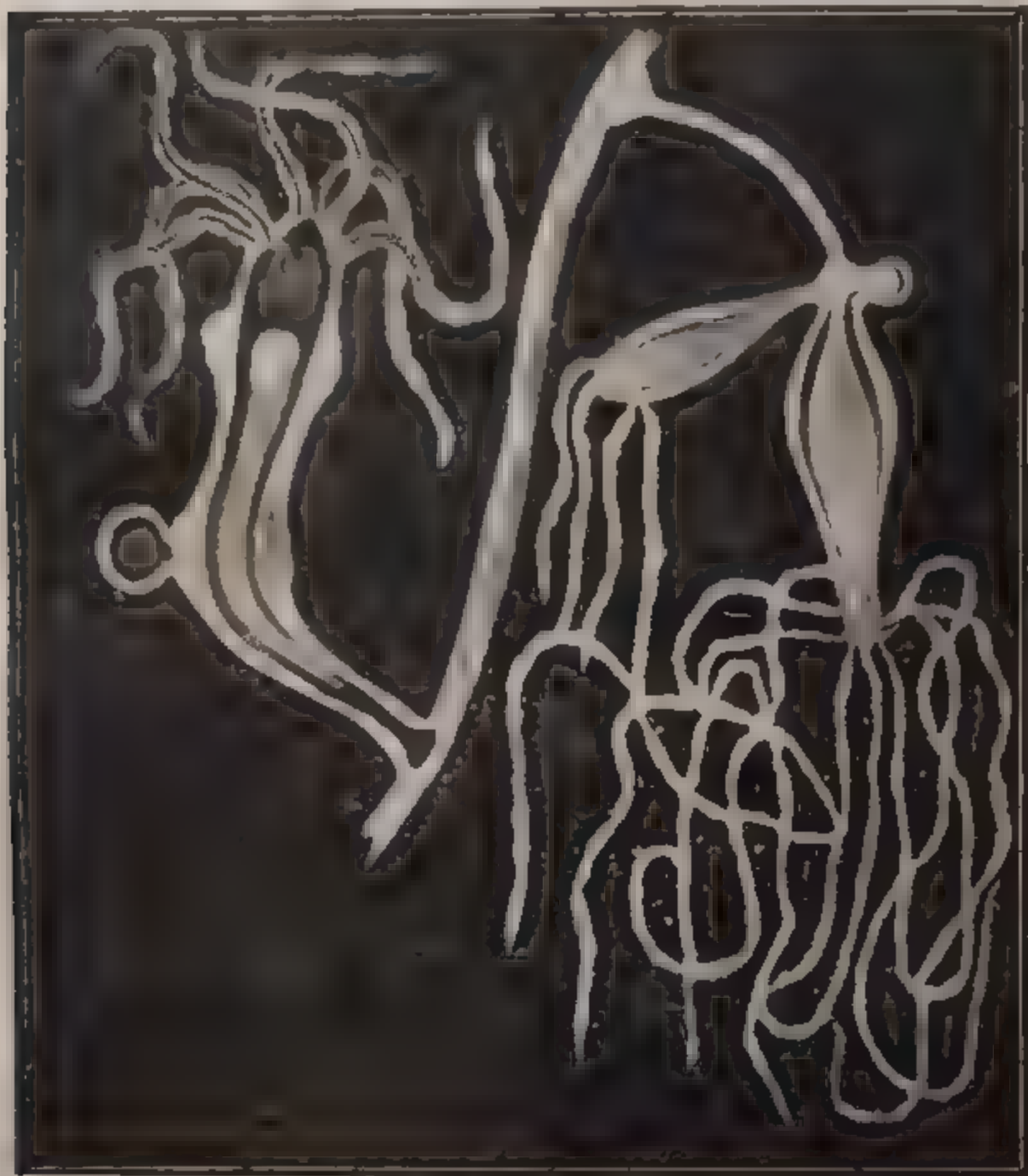



Fig 381. – Idre di acqua dolce.
A sinistra *Hydra viridis* con ghiandole sessuali internamente al corpo e un uovo che sta per staccarsi. — A destra *Hydra vulgaris* in via di gemmazione. La gemma di sinistra è già avanti nello sviluppo e porta i tentacoli. (Da MARSHALL)
(Lunga da 8 a 20 mm.).

Nel Gruppo dei *Trematodi* notevole per il suo ciclo biologico è la **Fasciola hepatica** (fig. 379), che, adulta, vive nel fegato delle Pecore, producendovi la malattia nota col nome di *cachessia ittero-verminosa*. Le uova trasportate dalla bile nell'intestino, e da questo fuori del corpo di una Pecora infetta, possono andare a cadere nell'acqua di uno stagno dove si sviluppano in una larva ciliata che va in cerca di un mollusco (del genere *Limnaea*) e penetra nella sua cavità respiratoria. Quivi questa larva (*Miracidium*) si trasforma in un'altra larva detta *Redia* (dal REDI che la descrisse), da cui si genera poi un'altra forma larvale ancora: la *Cercaria*. Questa, munita di una specie di coda, esce dal corpo del Mollusco, e dopo aver nuotato nell'acqua, si incistida su di una pianta, di modo che quando una Pecora mangia di questa erba può infettarsi del Verme; e così si chiude il ciclo (fig. 380).

Tipo: CELENTERATI o CNIDARI

I *Celenterati* formano un gruppo di animali a *simmetria raggiata* o *biradiata* [1], viventi numerosissimi nelle acque marine (pochi nelle acque dolci).

Si dividono in tre Classi: *Idrozoi*, *Scifozoi*, *Antozoi*.

[1] Nella *simmetria raggiata* vi è una direzione secondo la quale si può condurre un asse, detto *asse principale*, intorno al quale le diverse parti del corpo sono disposte come i raggi di una ruota, ed ogni piano condotto per due raggi opposti e per l'asse principale divide il corpo in due metà specularmente uguali, ossia è un *piano di simmetria*. Questa simmetria è in certo qual modo paragonabile a quella che si verifica nei cristalli del sistema dimetrico o tetragonale, nel quale vi è un asse verticale diverso dagli altri che si trovano nel piano orizzontale e che sono fra

Idrozoi. – Attaccato ai filamenti di alghe o ad altre piante comuni nelle acque dolci degli stagni, si nota frequentemente un piccolo animaletto chiamato **Idra verde o d'acqua dolce** (fig. 381). Il suo corpo sottile ha la forma di un sacco allungato, e l'apertura superiore è munita di *tentacoli*. La parete del corpo è formata da due soli foglietti: uno esterno o *ectoderma* e uno interno o *endoderma*; fra questi foglietti si nota anche un terzo strato gelatinoso (*mesoglea*) formante come una sottile lamella di sostegno.

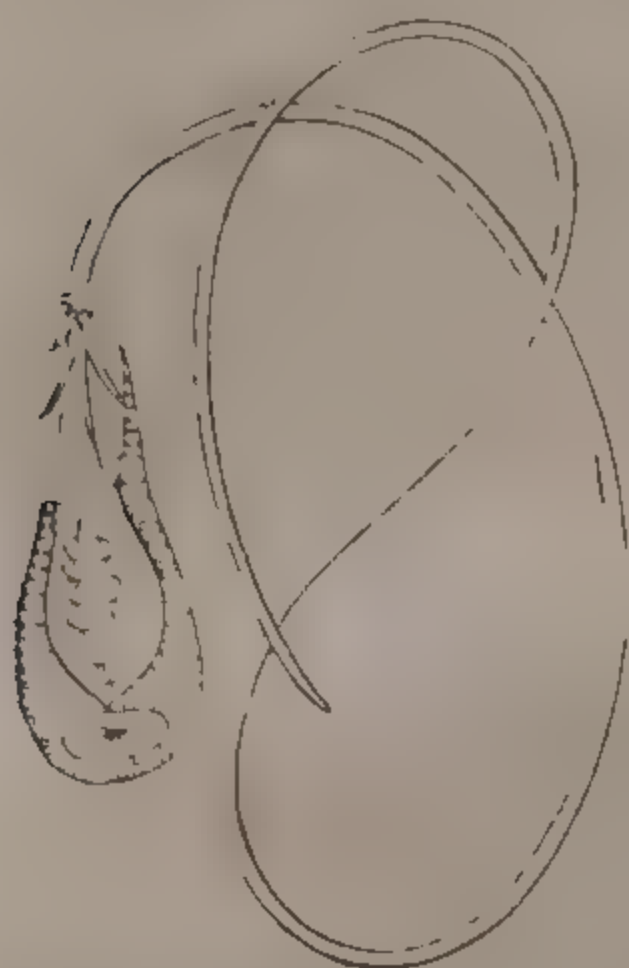



Fig. 382 Cellula urticante di un Celenterato con filamento introflesso ed estroflesso. (Fort. ingr.).

Fig. 383 – Polipo di *Campanularia* con gemme laterali, dalle quali si originano Meduse come quella a destra della figura. (Ingrandito).

Nei tentacoli si trovano cellule speciali che servono come armi di offesa e di difesa e sono comuni a tutti i Celenterati: le così dette *cellule* o *capsule urticanti* (fig. 382). Queste cellule sono munite di un filamento cavo in comunicazione con una vescichetta piena di un liquido velenoso. Allo stato di riposo il filamento è avvolto a spirale entro la cellula stessa; ma, quando l'animale vuole servirsi di esso, lo fa uscire fuori del suo astuccio e lo introduce nel corpo della vittima come un ago da iniezioni. Il liquido velenoso produce paralisi e morte se si tratta di piccoli animali, o semplice irritazione della pelle, se si tratta di animali grossi, simile a quella prodotta dalle ortiche (onde il nome di *capsule urticanti*). Infatti non è difficile, durante un bagno di mare, toccare col corpo una medusa e risentirne gli

Fig. 384 *Medusa* (schematizzata) con 8 canali radiali. *a*) apertura posta inferiormente nella sub ombrella; *v*) velo, *t*, *t'* tentacoli; *o*) ocello; *n*) anello nervoso; *g*) disco gelatinoso; *r*) canale radiale.

[illegible] equivalenti. Se tutti gli assi fossero equivalenti, si passerebbe alla *simmetria sferica*, caratteristica di alcuni organismi unicellulari acquatici (ad es. Protozoi, Radiolari ed Eliozoi).

Nel Gruppo degli *Antozoi* (*Attinie*) si verifica una *simmetria biradiata*, poichè se la forma del corpo è ancora raggiata, due raggi opposti però sono diversi dagli altri e il piano che passa per essi diventa piano principale di simmetria. Esso passa in questo caso per la bocca che ha forma allungata e, ad angolo retto con esso, si può condurre un altro piano trasversale non equivalente. Si hanno cioè due soli piani ortogonali che passano per l'asse principale e dividono il corpo in due metà rispettivamente simmetriche.

effetti. La cavità del corpo è unica. Essa funziona nello stesso tempo e da cavità generale del corpo (*celoma*) e da cavità digerente (*enteron* = intestino), onde il nome, dato al Tipo, di *Celenterati*.

L'*Idra di acqua dolce* si riproduce sessualmente (*ermafrodita*); ma anche agamicamente per *gemmazione*. Si notano infatti sul suo corpo delle sporgenze, delle specie di gemme, le quali staccandosi originano nuove Idre. Le Idre hanno una grande facoltà di *rigenerazione*, così che, tagliate a pezzi, come dimostrò il TREMBLEY, ciascuno di questi pezzi rigenera le parti mancanti.

IDRARII MARINI. – Quasi tutti gli Idrarii sono marini, ed è caratteristica la loro **riproduzione alternante**: *agamica* e *sessuata* con due forme diverse: quella di *polipo* e quella di *medusa*. Infatti da una prima forma simile a quella descritta per l'Idra di acqua dolce, e detta *polipo idroide*, si formano, per gemmazione, altri Polipi che restano uniti fra loro costituendo delle colonie ([1]) o *polipai* somiglianti a cespugli o ad alberetti, tanto che dai primi osservatori furono scambiati per piante (onde il nome che ad essi diedero di *zoofiti* od animali piante). Taluni di questi Polipi della colonia producono poi delle gemme da cui si originano animaletti assai diversi dai soliti Polipi, cioè delle **Meduse** libere (fig. 383). La forma della *Medusa* si può comprendere assai facilmente, qualora si pensi ad un Polipo rovesciato con l'apertura rivolta in basso munita di tentacoli, col corpo allargato a guisa di ombrello o di campana e con mesoglea gelatinosa assai sviluppata (fig. 384). In corrispondenza dell'orlo di questa ombrella si trova una lamina epiteliale ricca di fibre muscolari: il così detto *velo*, che provvede, insieme con le contrazioni dell'ombrella, alla locomozione della Medusa. Queste Meduse sono perciò dette *craspedote* (da *craspedon* che significa velo) e si distinguono da altre Meduse del gruppo degli Scifozoi dette *acraspedote* (ossia senza velo).

Fig. 386. – *Velella spirans*. Lo pneumatoforo appiattito a disco è munito di una cresta a forma di vela. (½ della gr. nat.).

Fig. 385. – *Physophora hydrostatica*: pn) pneumatoforo; nc) nectocalici medusoidi; go) gonozoidi; t) dattilozoidi; ga) gastrozoidi; f) filamenti e tentacoli. (½ della gr. nat.).

Le *Meduse* conducono vita libera; essendo *ermafrodite* producono uova fecondate dalle quali si originano *larve*, che dopo aver nuotato si fissano e si trasformano in un *polipo* da cui poi, per *gemmazione*, si rigenera l'intera colonia. I Polipi idroidi si trovano fissi sulle pietre, sugli scogli, sui banchi del fondo del mare in quantità sterminata insieme alle alghe marine e si cibano di larve, di minuscoli crostacei che paralizzano col loro veleno.

A questo Gruppo appartengono anche delle colonie liberamente natanti (Ordine dei *Sifonofori*) (fig. 385) risultanti dall'unione di individui polipoidi di forme diverse e con funzioni diverse, ma concorrenti tutti alla vita organica e complessiva della colonia. Infatti mentre alcuni di questi individui sono adibiti alla locomozione della intera colonia (*campane natanti*), altri provvedono alla nutrizione (*gastrozoidi*), altri alla difesa, altri alla

([1]) *Colonia* è una associazione di animali, nella quale i singoli individui sono uniti fra loro, a differenza della *società* nella quale gli individui sono materialmente liberi, indipendenti, e uniti solo dall'*istinto di associazione*.

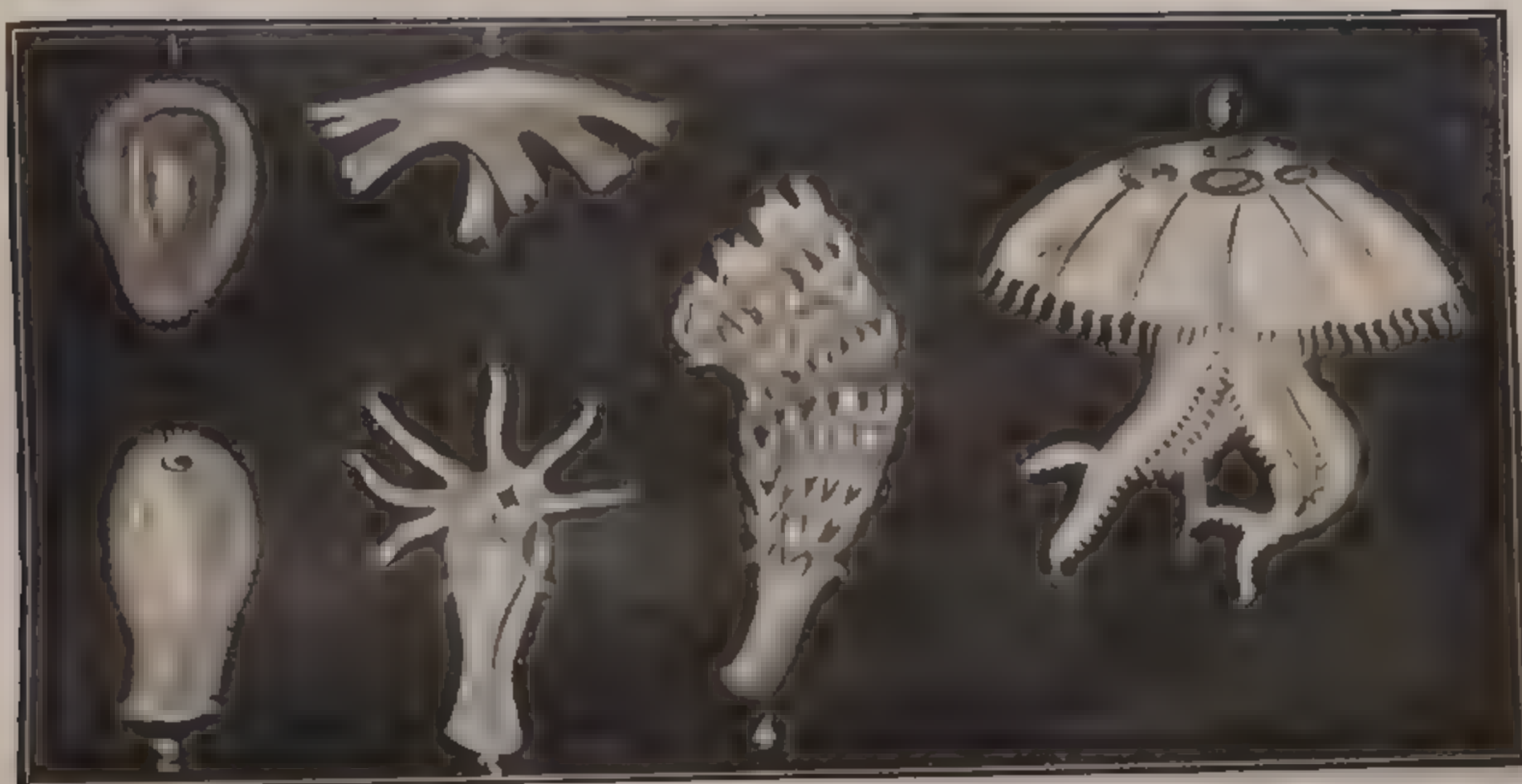



Fig. 387. — Generazione alternante di una Medusa (*Aurelia aurita*).
1. Larva; 2 e 3. Polipo; 4. Strobilo; 5. Efira. (1 2 3 4 5 ingranditi);
6. Medusa. (⅓ della gr. nat.).

riproduzione. La colonia è tenuta galleggiante da un Polipo trasformato in vescica piena d'aria (*pneumatoforo*). Questo polimorfismo dà alla colonia un aspetto assai vario ed elegantissimo, specie per la presenza di numerosi filamenti pescatori, muniti di capsule urticanti, e per la trasparenza o il colore vario, unito a fenomeni di fosforescenza, che illuminano di luci strane le vie profonde del mare. Oltre alla **Phisophora** (fig. 385) ricordiamo un bel sifonoforo azzurro: la **Velella**, in forma di disco di consistenza cartilaginea, che porta superiormente una specie di vela latina (fig. 386).

Fig. 388. — Statociste. (Visto al microscopio).

Scifozoi o Scifomeduse. – Appartengono a questo Gruppo le grandi **Meduse marine**, la cui forma del corpo ricorda quella già descritta precedentemente, ma ne differisce soprattutto per la mancanza del *velo*, per la presenza di organi di senso caratteristici in forma di tentacoli posti al margine dell'ombrella, per il sistema nervoso in forma di *plesso*, posto nello spessore dell'ombrella e non in forma di doppio anello al margine ombrellare, come nelle Meduse craspedote, e infine per la *generazione alternante* con metamorfosi pronunciata. La metamorfosi si compie in questo modo (fig. 387): dall'uovo della Medusa nasce una *larva ciliata* che si fissa ad un sostegno trasformandosi in *polipo*. In seguito il polipo si divide, per strozzamenti anulari, in un certo numero di dischi, assumendo l'aspetto di una pina (onde il nome di *strobilo*). Il disco superiore finalmente si stacca, si trasforma in una piccola Medusa (*efira*), con otto lobi e con aspetto di stella; questo poi si trasforma nella Medusa definitiva. Così fanno gli altri dischi successivamente. Non si formano mai colonie durevoli come negli Idrozoi.

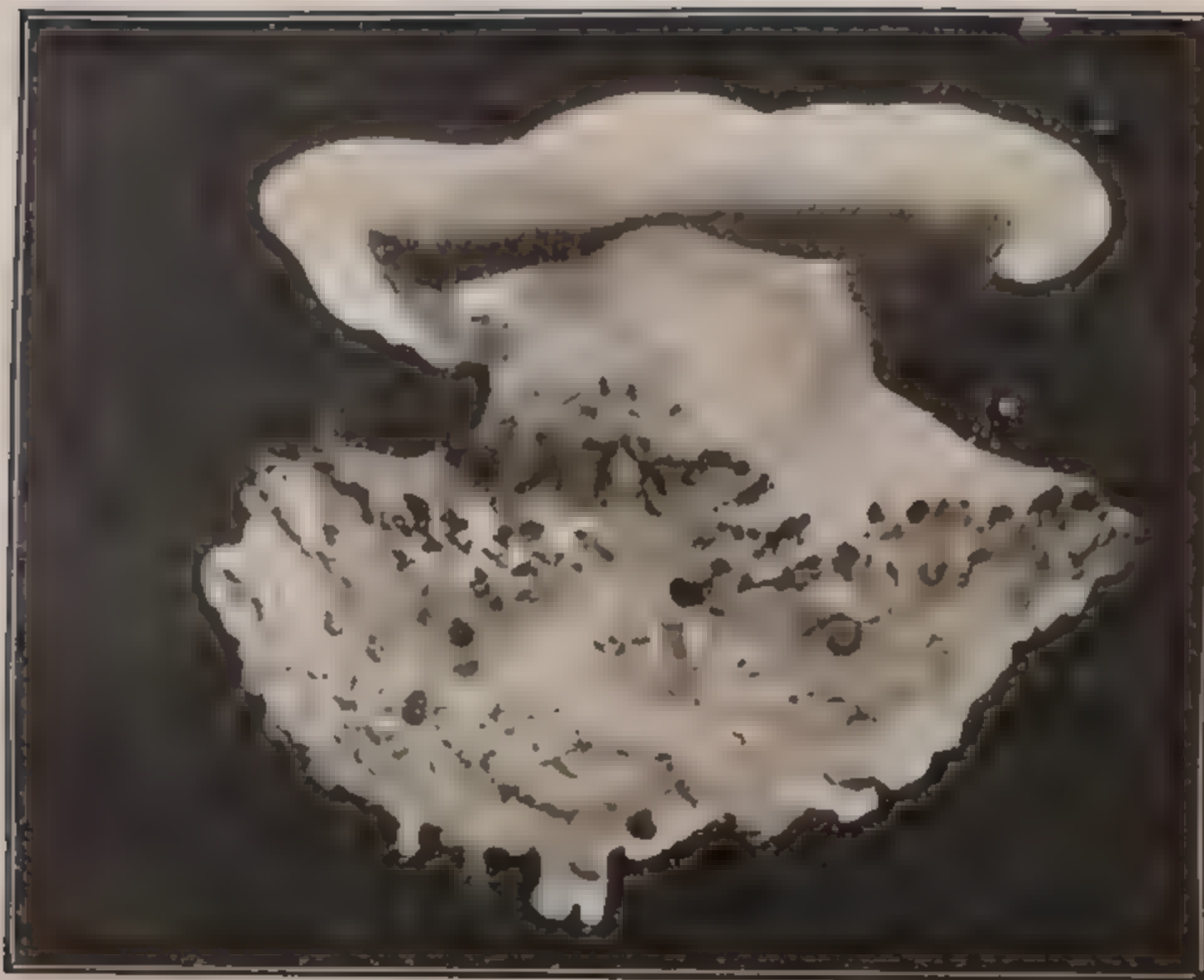



Fig. 389.– La *Cotylorhiza borbonica.* (Acquario di Napoli)
(Circa della gr. nat.)

Fig. 390. – La *Pelagia noctiluca.*
(Circa della gr. nat.). (Acquario di Napoli)

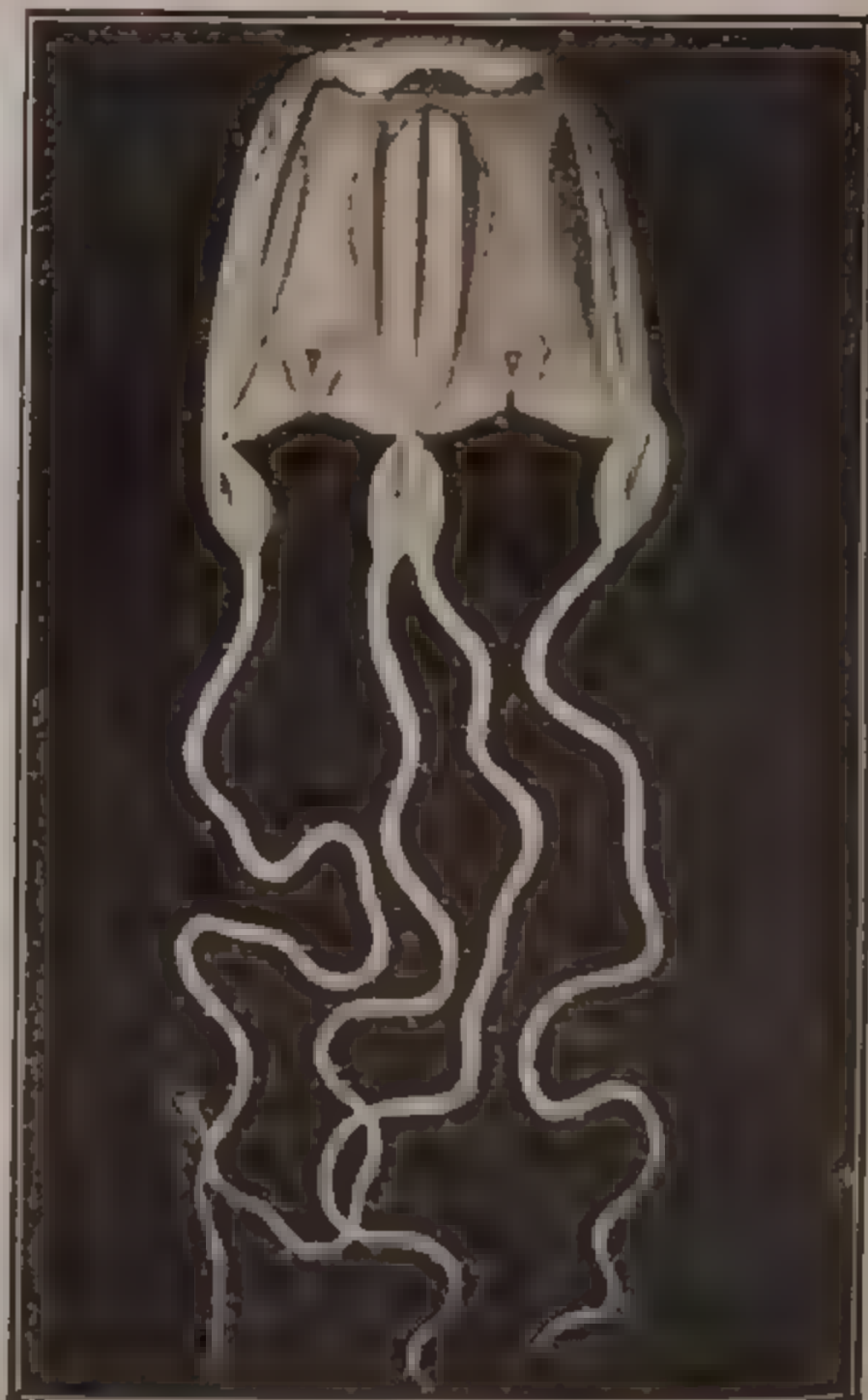



Fig. 391. – *Charibdaea marsupialis.*
(Circa della gr. nat.).

Fig. 392. – L'Anemone di mare (*Cerianthus*). ($\frac{1}{2}$ della gr. nat.). (Acquario di Napoli).

Fig. 393. – Anemoni di mare e Pinne. ($\frac{1}{3}$ della gr. nat.). (Acquario di Napoli).

Il corpo della Medusa è gelatinoso per il forte sviluppo della mesoglea, e la cavità gastrovascolare comunica con numerosi canali che si portano in direzione radiale fino al margine dell'ombrella, dove si trovano organi di senso *di equilibrio* (*statocisti*) (fig. 388) e visivi (*ocelli*).

Le Meduse marine sono animali natanti, pelagici, trasparenti o colorati tenuemente in viola, in azzurro. Anch'esse contribuiscono alla fosforescenza del mare in modo notevole. Appartengono ad esse, ad es., la **Rhizostoma pulmo**, che ha un bel globo bianco marginato di violetto, sotto cui pende un insieme di colonnine bianche violacee; la **Cotylorhiza borbonica** (fig. 389); la **Pelagia noctiluca** (fig. 390) rosea con ombrella a margine frangiato, fosforescente di luce verdastra; la **Charibdaea marsupialis** dalla campana a forma cubica (fig. 391). In certe epoche le Meduse compiono migrazioni in branchi numerosissimi.

Antozoi. – Antozoi solitari sono le **Attinie**, dette anche *anemoni di mare* per i loro colori variopinti e le forme simili a fiori sboccianti sugli scogli nei fondi del mare (figg. 392, 393). Il corpo di un'Attinia ha la forma di un sacco con la

apertura superiore circondata da numerosi tentacoli. L'apertura immette in una specie di esofago che sbocca nella *cavità gastrale*. Questa però, a differenza di quella dell'Idra, è divisa in tanti setti (*setti mesenterici*), che si continuano fin dentro i tentacoli (fig. 394). Sul margine inspessito di ciascun setto si trovano dei filamenti che secernono succhi digerenti; cosicchè si viene a costituire e a differenziarsi come una specie di apparato digerente che non si separa però dalla cavità celomatica. Comune nei nostri mari è l'**Attinia rossa** (*Actinia equina*), di un colore rosso vivo, che, a bassa marea, ha la forma di una massa ovoidale carnosa, ma ad alta marea apre la sua frangia di tentacoli, che la fanno somigliare ad un crisantemo. I tentacoli, irti di capsule urticanti, servono a trattenere e paralizzare qualche incauto animale impigliatosi fra essi. Il **Cerianthus** vive sui fondi sabbiosi.

Fig. 394. — Attinia (sezionata).
t) tentacoli; b) bocca che immette nell'esofago; m) muscolo di un setto mesenteriale; st) stomaco diviso in setti con filamenti mesenteriali.

MADREPORE. — Oltre alle forme solita-

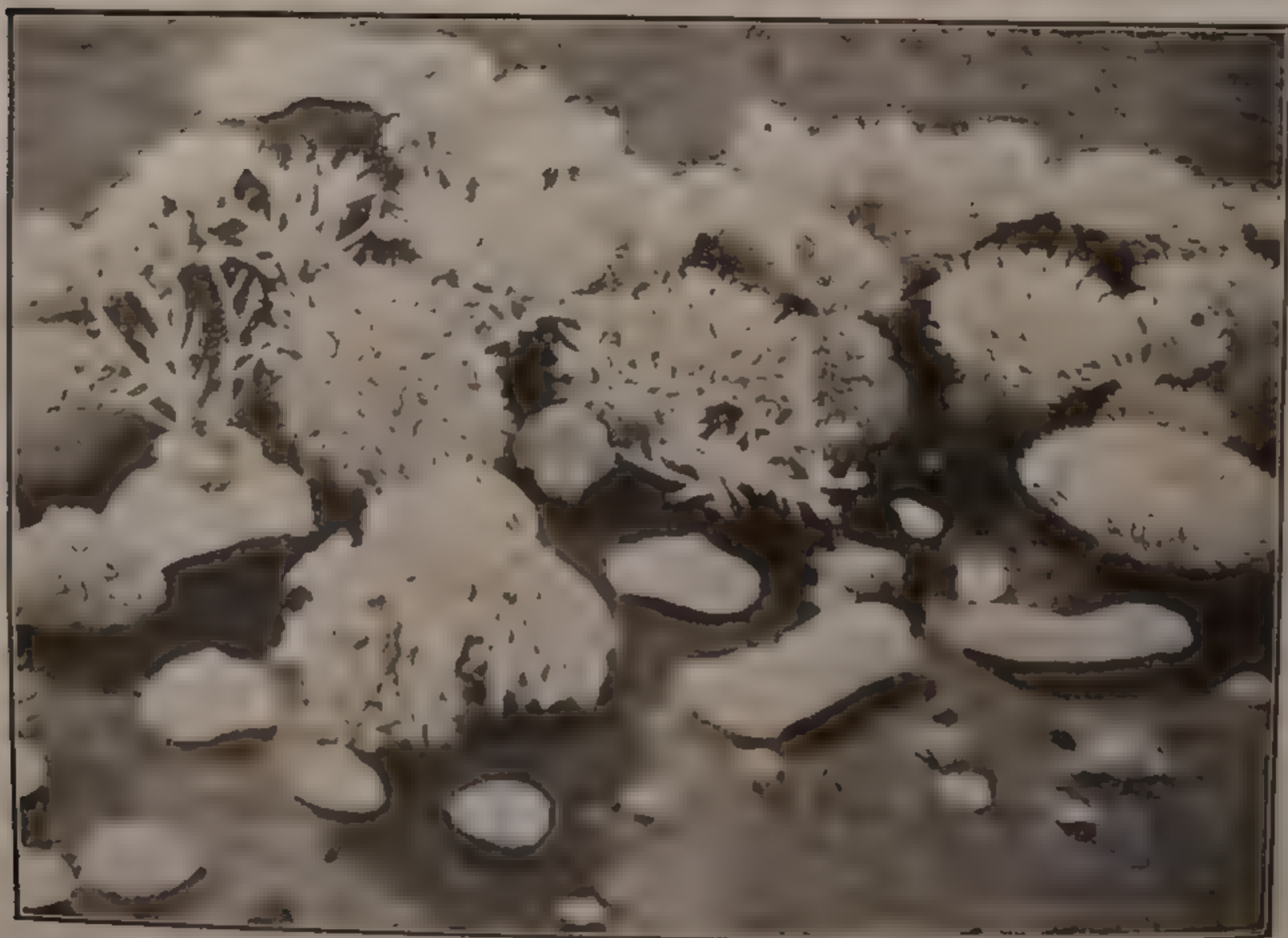



Fig. 395. — [illegible] della scogliera della Gran Barriera.

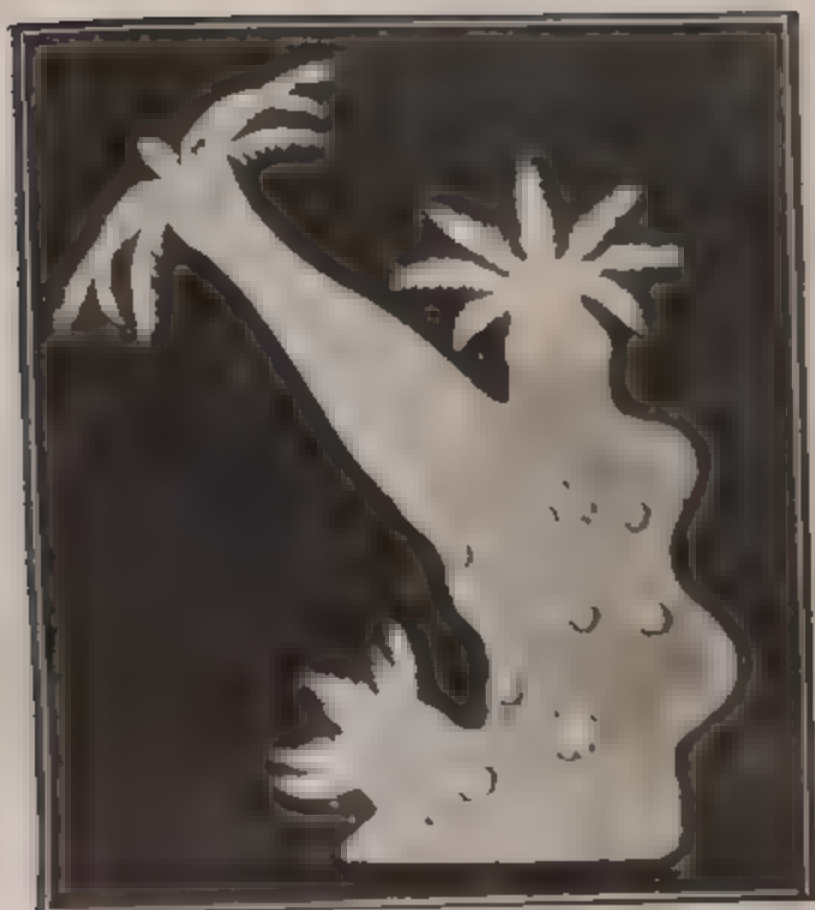



Fig. 396. – (Lunghezza 2-3 mm.)

Fig. 397.

Fig. 398.

Fig. 396. – Frammento di una colonia omeomorfa di Corallo. Fig. 397. – Sezione di frammento di colonia di Corallo: rapporti fra i polipi. (Da Lacaze-Duthiers). Fig. 398. – Penna di mare. (½ della gr. nat.).

rie si hanno forme *coloniali*, che per lo più si fabbricano uno scheletro calcareo. Tali sono le **Madrepore** abbondanti specialmente nei mari tropicali, nel Mar Rosso, lungo la costa orientale dell'Australia, nelle isole del Pacifico, dove costruiscono ***banchi, scogliere, isole*** (fig. 395).

La colonia ha origine da un piccolo polipo simile ad una Attinia che si fissa ad una roccia, e nella parte inferiore segrega abbondante carbonato di calcio, formando una piastra calcarea sulla quale si dispongono radialmente delle lamine verticali interposte fra i setti mesenteriali, e riunite alla periferia da un'altra lamina calcarea circolare, che forma la così detta *teca*. Per gemmazione poi, da questo

primo individuo se ne originano altri e si costituisce così una *colonia* corallina più o meno grande e con aspetti diversi: di cespugli, di funghi, ecc., in cui i singoli scheletri calcarei o *calici* sostengono altrettanti polipi.

Fig. 399. – *Cestus Veneris.* (1/4 della gr. nat.)

Il **Corallo rosso** (*Corallium rubrum*) (fig. 396) ha otto logge mesenteriali anzichè sei o un multiplo di sei come hanno le Attinie e le Madrepore, e perciò viene ascritto al gruppo degli *Octocoralli* od *Alcionari*, anzichè a quello degli *Esacoralli*.

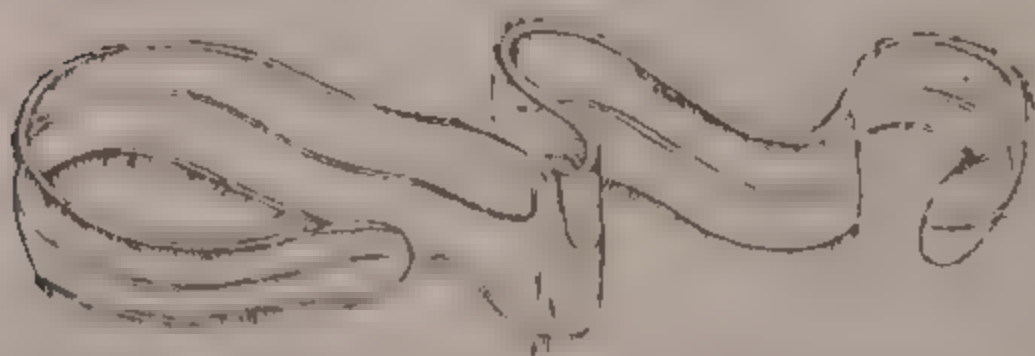



Fig. 400. – *Olynthus.* (Secondo HAECKEL).
o) osculo; p) pori inalanti; c) cavità interna. (Ingrandito).

Le sue colonie formano alberetti ramificati, che presentano all'interno un asse rosso rivestito di uno strato più tenero, pure rosso, in cui si trova un sistema di canali che mettono in comunicazione fra loro i singoli polipi (fig. 397). Questi hanno l'aspetto di tanti fiorellini bianchi con otto petali pennati, e stanno impiantati in questo rivestimento. Tanto lo strato esterno che l'asse interno è un prodotto di secrezione dei polipi stessi. Il *Corallo rosso* vive a profondità dagli 80 ai 200 metri sulle rocce del Mediterraneo, specie sulle coste di Algeri e di Tunisi. Si pesca con il così detto *ingegno*, specie di croce formata da due travi pesanti di legno unite e a cui sono sospese delle reti che strappano i Coralli dal fondo.

La lavorazione dello scheletro del corallo viene fatta in Italia, specialmente a Torre del Greco.

Fig. 401. – Sezione trasv. di Spugna (*Sycandra raphanus*). (Vista al microscopio)
cn) Coanoderma con cellule flagellate; ep) epitelio ectodermico; o) uova con cellule connettive e aghi calcarei, poste fra ectoderma e l'entoderma.

Altri Alcionari sono le **Gorgonie** con scheletro assile arborescente, corneo, flessibile; la **Penna di Mare** (*Pennatula phosphorea*) (fig. 398), in cui la massa della colonia è carnosa, e che è caratteristica per la sua fosforescenza; se essa infatti viene irritata in un punto nell'oscurità, produce un'onda luminosa che si propaga attraverso tutto il corpo.

Le *Gorgonie* sono specialmente grandi e numerose fra i tropici. Bisogna vedere, dice il FIGUIER, in mezzo al mare queste strane creature per potere ammirare i bei colori che le adornano e fanno splendere il loro corpo semimembranoso. Quando si osservano negli armadi delle nostre collezioni di storia naturale, la vivacità dei loro colori è quasi del tutto scomparsa.

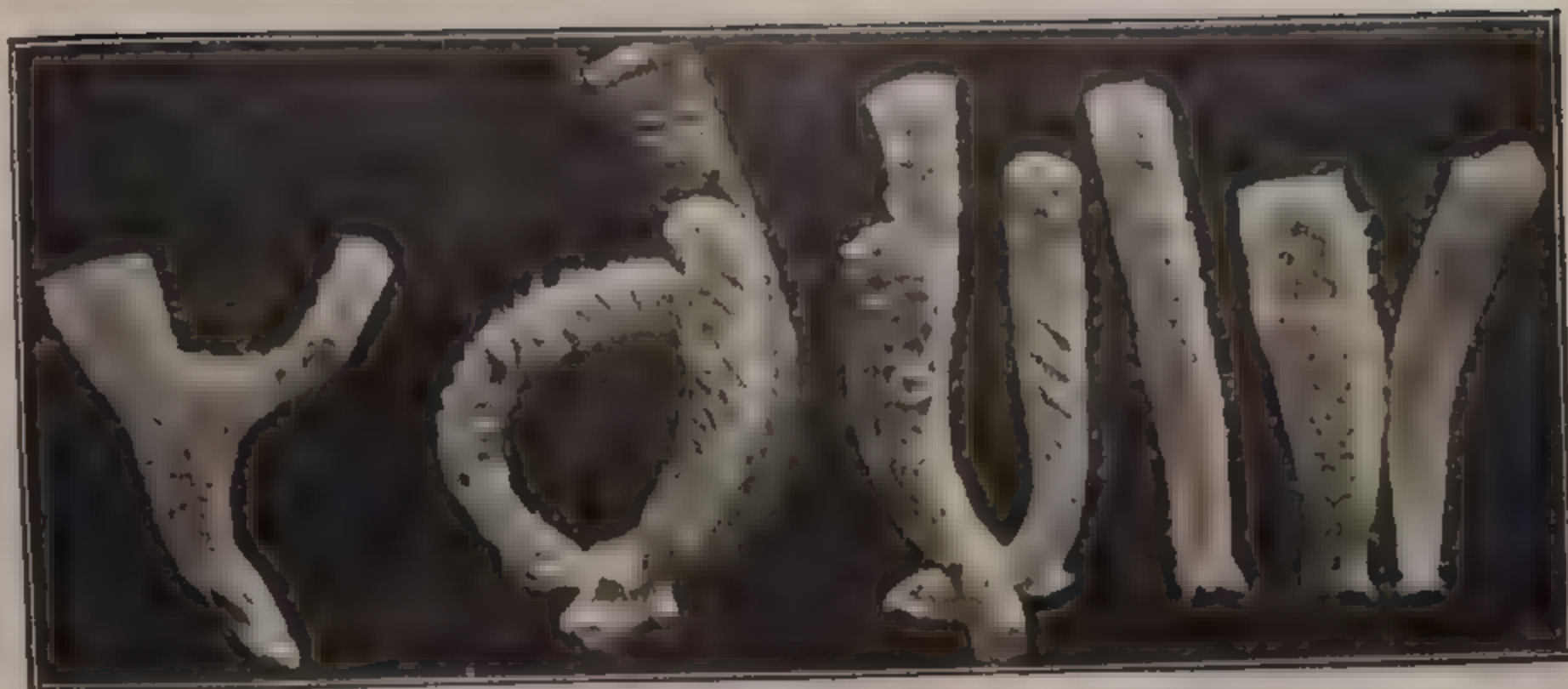



Fig. 402. – Spugne a scheletro siliceo (*Euplectella delle Filippine*). (1/3 della gr. nat.)

Tipo Ctenofori. — I Ctenofori sono animali esclusivamente marini e pelagici, simili ai Celenterati per il corpo trasparente e molle, ma differenti da essi per la presenza di un vero mesoderma (mesenchima), per la mancanza di capsule urticanti, per la bocca che si apre in basso seguita da un vasto stomaco, e per otto striscie di epitelio inspessito poste lungo il corpo e portanti delle serie di palette vibratili in forma di sottili lamine trasparenti, che coi loro movimenti ritmici provocano la locomozione dell'animale. Questo sistema di palette è in rapporto fisiologico con un *organo apicale* situato dalla parte opposta della bocca e che è un *organo statico* o di *equilibrio* contenente delle *otoliti* calcaree (pietruzze).

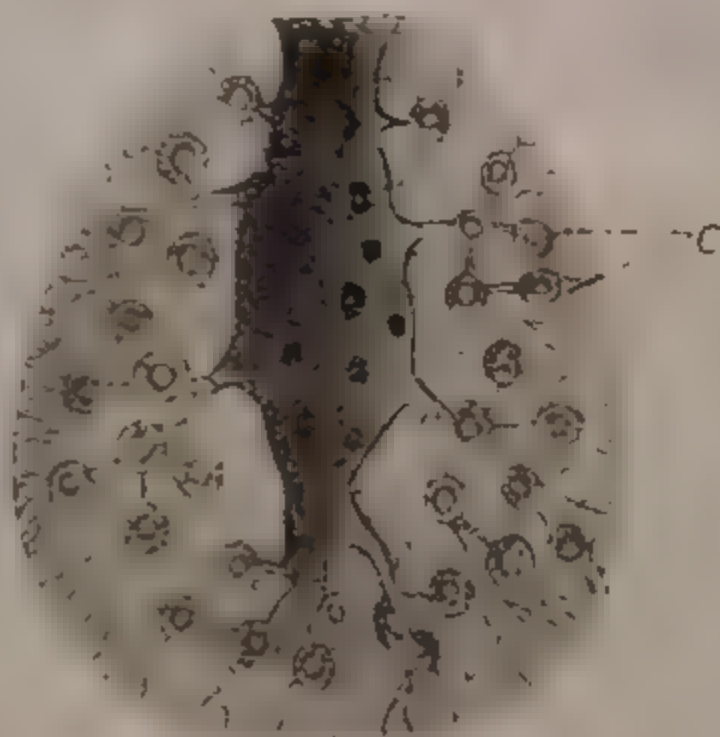



Fig. 403. – Sezione longitudinale di una Spugna.

La cavità centrale comunica con canali che conducono alle camere vibratili a loro volta in comunicazione coi pori inalanti della superficie esterna dai quali entra l'acqua. c) camere vibratili.

Fig. 404. Cellula ciliata di Spugna.

Fig. 405. – Camera vibratile di Spugna ingrandita con canali afferenti ed efferenti. (v. al micr.).

Appartengono a questo tipo il **Cinto di Venere** (*Cestus veneris*) (fig. 399) che ha la forma di un bellissimo nastro trasparente reso ancor più vivace dalle onde luminose iridescenti che passano lungo il corpo, la *Beroe*, più massiccia e resistente, in forma di mitra, di un roseo delicato.

Tipo: PORIFERI

Al tipo dei Poriferi appartengono le **Spugne**. Per farci una idea della costituzione di questi animali osserviamo la fig. 400, che rappresenta una delle Spugne più semplici, tipo *Ascon*. La forma del corpo è quella di un sacco aperto in alto

mediante un ampio foro detto *osculo* e fissato in basso ad un corpo sommerso nell'acqua. La parete di questo sacco è tutta crivellata di fori detti *pori inalanti* (onde il nome di *Poriferi*). Attraverso questi pori penetra l'acqua, la quale dopo aver ceduto all'animale le sostanze nutritizie (detriti organici che essa porta in soluzione), e l'ossigeno necessario per la respirazione, esce fuori, per l'osculo.

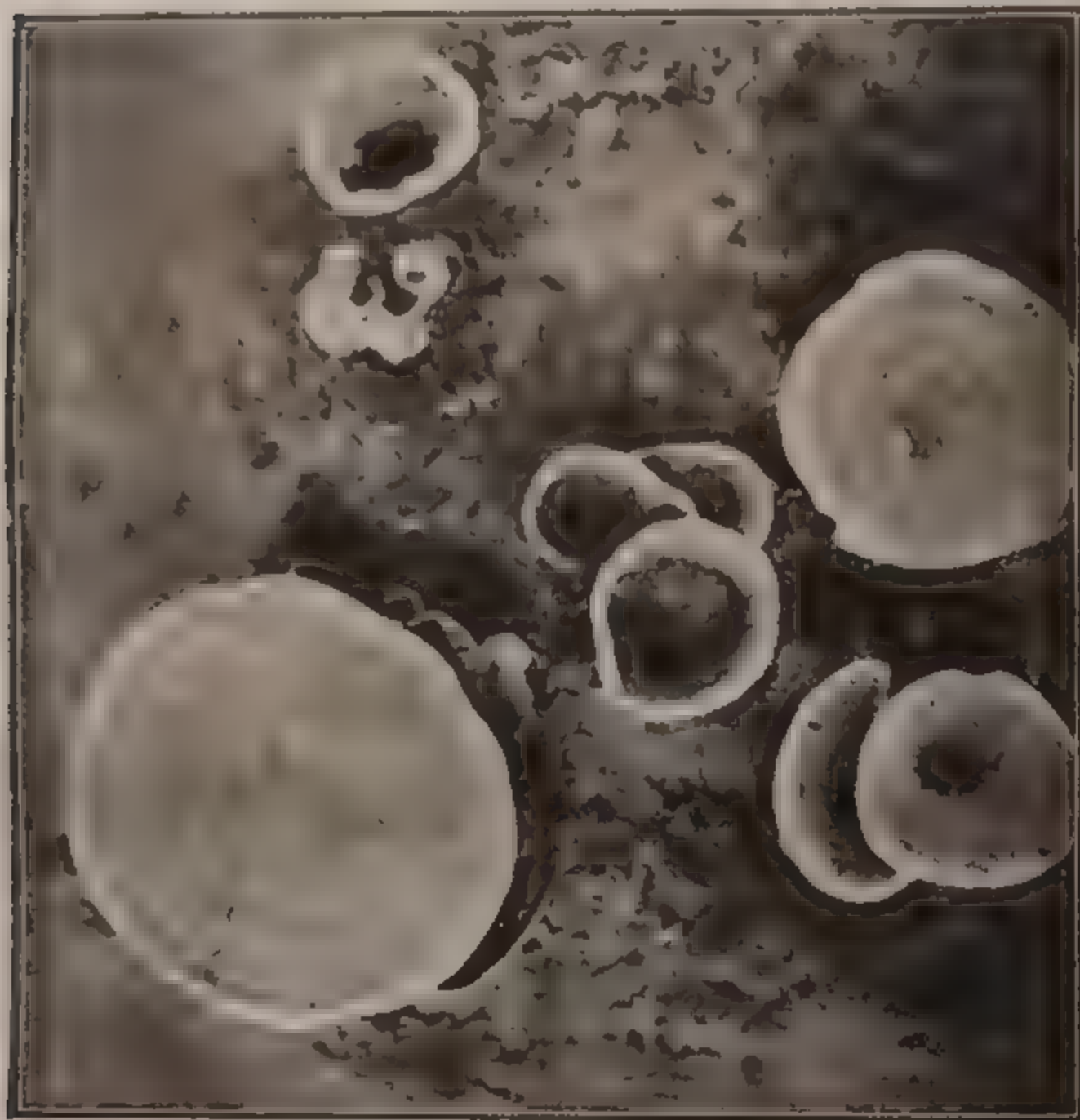



Fig. 406. – Spugne in forma di coppa.

Questa corrente di acqua si genera per il fatto che lo strato interno della parete del corpo è formato da cellule munite di collare e di *flagello*, ossia di un prolungamento vibratile del citoplasma che agitandosi continuamente provoca il movimento dell'acqua (fig. 401). Lo strato più esterno della parete è fatto di cellule appiattite e serve da rivestimento del corpo. Fra i due strati ve n'è uno intermedio, gelatinoso, amorfo, in cui si trovano cellule di diversa forma e funzione, alcune delle quali (*scleroblasti*), sono capaci di segregare sostanze minerali od organiche. Sono appunto queste sostanze che danno consistenza al corpo dell'animale e ne formano come lo scheletro. Nelle Spugne comuni questo scheletro è fatto di sostanza *cornea* (*spongina*), mentre in altre lo scheletro è *siliceo* (fig. 402) o *calcareo*. In questo strato si trovano inoltre le cellule germinali: uova e spermatozoi.

Altro non osserviamo. Nelle nostre comuni Spugne però la struttura risulta più complicata per il fatto che queste si possono considerare come *colonie* risultanti dall'unione di più Spugne semplici. La fig. 403 ci fa vedere una Spugna (tipo *Leucon*), nella quale piccoli fori posti alla superficie servono per l'introduzione dell'acqua che circola in seguito all'attività delle cellule flagellate (*coanociti*) (fig. 404) poste entro concamerazioni (fig. 405) comunicanti tra loro e con la cavità principale mediante canali. Mancando di un sistema nervoso differenziato e di un sistema muscolare, le Spugne si discostano (anche per le loro caratteristiche di sviluppo) dai Metazoi, e perciò vengono ascritte al sottoregno dei Parazoi. Però questi animali sono dotati di irritabilità e di contrattilità e nelle forme più elevate si trovano fibre di natura muscolare e neuroepiteliale.

La riproduzione, come si è detto, avviene per *uova*, dall'uovo fecondato nasce una *larva* ciliata, che, dopo aver nuotato un certo tempo, si fissa ad un sostegno e si trasforma prima nella così detta *Pupa* e poi a poco a poco nell'animale adulto.

Può anche aversi una riproduzione per *rigenerazione* di parti. Si è osservato infatti che tagliando a pezzi una Spugna vivente, ognuno di questi pezzi rigenera le parti mancanti e dà origine a nuovi individui. Le Spugne vivono generalmente nell'acqua di mare; poche nell'acqua dolce.

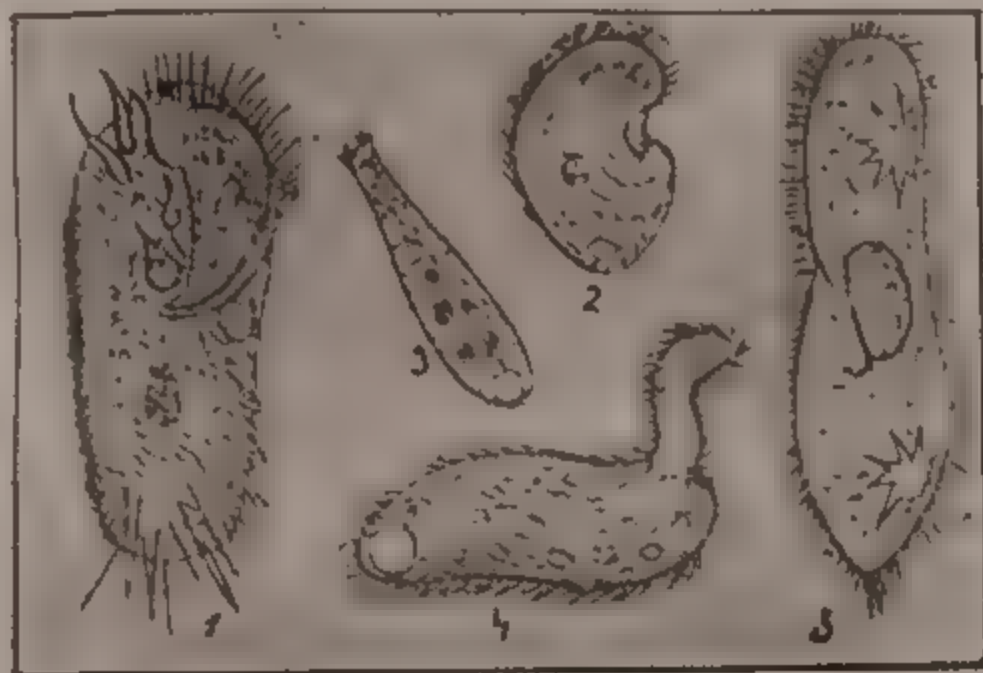



Fig. 407. – Stilonichia (1); Colpoda (2); Paramecio (5); e altre specie di Infusori ciliati. (Visti al microscopio).

Fig. 408. – Paramecio (*Paramecium aurelia*). (Fortissimo ingrand. lungh. 180 .

La linea interna indica, schematicamente, il decorso della sostanza nutritizia racchiusa in vacuole alimentari trascinate dal movimento del protoplasma che espelle all'esterno i prodotti indigeribili. *ma*) macronucleo; *mn*) micronucleo; *tr*) tricocisti; *cv*) ciglia vibratili; *v*) vacuola pulsante; *c*) citostoma; *a*) citopigo.

La pesca ha luogo lungo le coste della Libia, della Tunisia, del Mar Rosso, in Grecia, nel golfo del Messico. In Grecia questa pesca è diffusa assai e redditizia. Rinomate sono le Spugne fini e morbide dell'Oriente. La fig. 406 riproduce alcune Spugne dei fondi a *coralline* (alghe) affini alla pregiata «Coppa di Nettuno». La pesca si fa con uncini o tridenti per staccare gli animali dagli scogli a cui stanno attaccati, o dai palombari. Dopo l'estrazione dall'acqua le Spugne si lasciano macerare all'aria, e poi si sottopongono a ripetuti lavaggi e a trattamenti chimici diversi, in modo da liberare lo scheletro corneo dalla sostanza organica, al fine di poterlo usare.

Tipo: PROTOZOI

I Protozoi formano un gruppo di animali assai singolari. Infatti sono esseri viventi il cui corpo è formato *da una sola cellula*, quindi così piccoli che per vederli occorre il microscopio. Essi vivono ovunque: nell'acqua, sulla terra umida, entro il corpo di altri organismi.

Per farcene un'idea supponiamo di prendere un po' di fieno e di metterlo in un recipiente dove ci sia dell'acqua. Prelevando dopo qualche tempo una goccia di questa acqua e osservando al microscopio ci sarà facile constatare la presenza di minuscoli esseri che si muovono rapidamente qua e là, agitano le loro ciglia vibratili, si soffermano un istante, poi riprendono il loro cammino. Un piccolo mondo vivente, un microcosmo, che riempie di meraviglia e fa pensare. Si tratta

Protozoi [illegible] appartenenti a diverse specie (fig. 407). Ma se vogliamo studiarne meglio la struttura (ciò che potremo fare valendoci dei suggerimenti [illegible] con il microscopio) vedremo che la loro cellula non è formata soltanto da *membrana*, *citoplasma* e *nucleo*, come tutte le cellule, bensì si complica per la presenza di parti diverse. Infatti si notano in essa ciglia vibratili, una specie di bocca cellulare (*citostoma*), vacuoli contrattili; alcuni individui sono sostenuti da peduncoli, come le Vorticelle. Ma possiamo fare di più. Possiamo isolarne uno, ad es., un *Paramecio* (fig. 408), metterlo in un vetrino da orologio con un po' d'acqua e dargli da mangiare [1]. Assisteremo allora a una cosa interessante. Il giorno dopo invece di uno solo ne troviamo parecchi. Ne troviamo parecchi perchè quell'unico individuo si è riprodotto e in un modo molto semplice, vale a dire per *divisione*. Ma più che la riproduzione ci interessa ora un'altra questione: da dove sono venuti questi esseri viventi che troviamo nella goccia prelevata dalla infusione di fieno? Dal fieno forse?

Fig. 409. — Stilonichia (*Stylonychia mytilus*) vista di profilo e in cammino. (Fortissimo ingrand. lungo circa 200 μ).

Quando ancora si credeva alla *generazione spontanea*, si poteva ricorrere a questa spiegazione: ma da che è stato dimostrato che un essere vivente non può derivare che da un altro essere vivente o da un uovo o da un germe preesistente — *omnis cellula ex cellula* — non si può più accettare una tale supposizione. E allora da dove provengono essi? Esaminiamo una goccia d'acqua presa da uno stagno, da un macero, da una raccolta d'acqua. Vi troveremo le stesse specie di Protozoi. Ora è facile la spiegazione. Infatti, se per evaporazione dell'acqua lo stagno si prosciuga gli animaletti non muoiono; bensì si *incistidano*, vale a dire si chiudono entro un involucro resistente (*cisti*) e passano in uno stato così detto di *vita latente*, ossia in uno stato tale da poter sopportare un periodo anche lungo di siccità senza prendere cibo nè dar segno di vita. Queste *cisti* però essendo leggerissime vengono facilmente trasportate via dal vento e sparse sulle erbe circostanti.

Fig. 410. — Colonia di Vorticelle (*Vorticella nebulifera*).
a) individuo in scissione; *b*) stadio ulteriore con separazione dei due nuovi individui (Fortissimo ingrand. lungh. circa 90 μ).

[1] Il nutrimento si prepara così: si fa bollire in acqua del fieno, si lascia raffreddare, e si mette qualche goccia dell'infuso entro il vetrino. L'infuso è ricco di batteri di cui questi Protozoi si nutrono.

Naturalmente quando si falcia il fieno si trasportano con esso anche queste cisti. Se si mette ora un po' di fieno o un po' d'erba nell'acqua ecco che gli animaletti trovandosi di nuovo nel loro ambiente naturale si liberano dal loro involucro; la cisti si apre ed essi riprendono a vivere e ad agitarsi nell'acqua in cerca di alimento.

I Protozoi presentano una infinita varietà nella struttura, nel genere di vita, nella riproduzione. Essi comprendono parecchie Classi e noi ne faremo un cenno riassumendone pertanto le caratteristiche fondamentali.

I Protozoi sono animali unicellulari *microscopici*, che vivono isolati o riuniti in *colonie* negli ambienti più diversi: nelle acque dolci o marine, nel terreno, come parassiti nel corpo di altri animali, ecc. Come in ogni cellula, si distingue quindi nel loro corpo il *citoplasma*, il *nucleo*, la *membrana*: però questa cellula può assumere forme differentissime e talora anche complicate, con parti accessorie, organelli, rivestimenti calcarei o silicei, ecc. Essi si riproducono o *agamicamente* (per *divisione* o per *gemmazione* o per *sporogonia*) o per *via sessuale*, o *alternativamente* per via *agamica* e *sessuale*. I Protozoi comprendono le seguenti Classi: *Infusori*, *Sporozoi*, *Sarcodici*, *Flagellati*.

Fig. 411. – Plasmodio della malaria. Ciclo biologico.

Da 1 a 10 (*a* e *b*) sviluppo del parassita nel corpo umano: Da 1 a 8 generazione agama (*monoonte*) con sviluppo dello *sporozoite* (Lungh. 1,75 μ). (*A*) entro un globulo rosso di sangue e formazione delle spore (8). — 9. Il parassita non si divide ma forma *microgametociti* (10 *a*) e *macrogametociti* (10 *b*).

Da 11 (*a* e *b*) a 20 sviluppo del parassita nel corpo della zanzara: 11 *a* Formazione dei gameti maschili (*microgameti*). 11 *b* Formazione dei gameti femminili (*macrogameti*). – 12. Fecondazione. — 13-20. L'uovo fecondato (*zigote*) prende forma allungata, traversa la parete dello stomaco della zanzara, si ferma fra lo strato epiteliale e la tunica muscolare, assume forma sferica, e forma un *anfionte* il cui nucleo dividendosi ripetutamente dà origine agli sporozoiti. (Visto al microscopio).

Infusori. – I Protozoi appartenenti a questa Classe sono comuni nelle acque dolci e marine. Si dividono in *Infusori cigliati*, come il *Paramecium*, la *Stilonichia* (fig. 409), il *Colpoda*, ecc., e in *Acineti*, ossia senza ciglia.

La struttura di questi Protozoi è assai differenziata perchè vi si distingue in essi una bocca cellulare o *citostoma* con una specie di faringe, un *citopigo* o ano

[illegible] organelli di difesa come le così dette *tricocisti* dei Paramecî, specie di [illegible] questi lanciano contro gli altri Protozoi che vogliono catturare; vi si [illegible] molte *due nuclei* anzichè uno solo, distinti in *macronucleo* e *micronucleo*. Si riproducono rapidamente per semplice *divisione*, cosicchè da uno se ne formano in poco tempo molti altri, ed inoltre vi si osserva una forma di riproduzione sessuale per *coniugazione*, due individui unendosi insieme per formarne uno solo. Alcuni vivono liberi e isolati, altri in *colonie* come le bellissime *Vorticelle* (fig. 410) che si attaccano alle alghe o ad altri corpi sommersi mediante sottili peduncoli contrattili ed elastici; e sono così dette perchè posseggono una corona di ciglia intorno al citostoma, le quali, animate da un movimento rotatorio, producono nell'acqua un vortice per cui l'acqua insieme coi bacteri e i minuti detriti alimentari entra nel corpo cellulare dove avviene la digestione e l'assimilazione di essi. Se si osservano al microscopio queste Vorticelle in una goccia d'acqua tolta da uno stagno e si produce una scossa nel vetrino portaoggetti, si vede il loro peduncolo contrarsi repentinamente a spira tirando indietro il corpo cellulare, ma poi cessato lo stimolo il peduncolo si ridistende di nuovo.

Fig. 412. – *Amoeba proteus*.
(Grossa ameba fino a 500 μ di diametro).

Fig 413 – Ameba che ingloba un corpo alimentare. Stadî successivi.

Gli *Acineti* vivono di preda che afferrano e paralizzano mediante prolungamenti cilindrici detti *succiatoi*, inglobandoli poi attraverso il succiatoio stesso.

Sporozoi. – Gli *Sporozoi* formano una Classe molto importante di Protozoi *parassiti* i quali, almeno in una fase della loro riproduzione, si moltiplicano per *spore*.

Descriviamo il ciclo biologico del *Plasmodio della malaria*, che è la causa della malattia della *malaria* e viene inoculato nel corpo umano per mezzo della puntura della Zanzara del genere *Anofele*.

Ciclo Biologico del Plasmodio della Malaria (fig. 414). – Se una Zanzara infetta punge un uomo sano, vi inocula, insieme con la saliva, il parassita sotto forma di *sporozoite* falciforme. Questo invade subito un *globulo rosso* del sangue e qui si accresce a spese del globulo stesso, assumendo aspetto ameboide, finchè si appresta a dividersi internamente in tante *spore*, che, con la distruzione del globulo rosso, si diffondono nel sangue e invadono a loro volta altri globuli rossi,

ricominciando il ciclo agamico. A un certo momento, però, invece che spore si producono dei corpiccinoli microscopici detti *micro e macrogameti*, e se una Zanzara punge l'uomo infetto introduce nel suo stomaco questi *micro e macrogameti*. Giunti essi a maturazione, producono: i microgameti degli *anterozoi*, e i macrogameti la *cellula uovo*, ossia gli *elementi germinali*, per cui ha luogo la *fecondazione* e la *riproduzione sessuale* del parassita nell'interno del corpo della Zanzara.

Fig. 414. — *Rotalia Freyeri*. (Vista al microscopio).

L'uovo fecondato si allunga, si porta fra la cuticola esterna e l'epitelio dell'intestino della Zanzara e qui si trasforma in un corpo tondeggiante: il così detto *anfionte*, che sporge sulla cavità intestinale. Poi l'anfionte matura dividendosi internamente in numerosi *sporozoiti*. Questi all'aprirsi dell'anfionte si spargono nella cavità del corpo della Zanzara e vanno nelle *ghiandole salivari*; cosicchè quando la Zanzara punge un uomo vi inocula, insieme con la saliva, lo *sporozoite* e così ricomincia il ciclo.

Vi è dunque in questo ciclo di sviluppo alternanza di generazione: *agamica e sessuata*; la prima delle quali si compie nel corpo umano (ospitatore *intermedio*), e la seconda in quello della Zanzara (ospitatore *definitivo*).

La scoperta di questo ciclo biologico si deve ad uno scienziato italiano: il GRASSI, il quale mise così in chiaro la causa della malattia della malaria, prima di lui ritenuta effetto della cattiva aria (*mal aria*). Non è chi non veda l'importanza di questa scoperta, che dà il modo di poter aggredire il veicolo di essa: la *Zanzara* e le *sue larve* che vivono nelle acque paludose e stagnanti, perchè quivi la Zanzara depone le sue uova e compie il suo sviluppo. Ne riparleremo a proposito dell' IGIENE.

Fig. 415. — Globigerina (*Globigerina bulloides*). (Vista al microscopio).

Un altro Sporozoo parassita notevole è il *Nosema bombicis*. Esso determina nel Baco da seta quella malattia nota sotto il nome di *pebrina*, trasmissibile anche per via ereditaria.

Sarcodici. — Nel gruppo dei *Lobosi* è compreso il genere *Ameba* (fig. 412). Le Amebe sono prive di membrana, possedendo soltanto un *ectoplasma* differenziato, e si muovono in modo caratteristico, emettendo cioè prolungamenti del citoplasma e ritirandoli a guisa di di piedi (falsi piedi o *pseudopodi*) coi quali anche provvedono alla nutrizione, inglobando corpi alimentari (fig. 413). Molte Amebe vivono nell'acqua e nella terra umida; parecchie sono parassite, cioè vivono a spese di altri animali, recando loro danno.

Fig. 416. – Radiolari, molto ingranditi, varie specie. (BREHM) Visti al microscopio.

Nel Gruppo dei *Rizopodi* gli animali si circondano di un *nicchio*, per lo più *calcareo*, ed hanno pseudopodi lunghi e numerosi. Questo guscio crivellato di *fori*, ha valso loro il nome di *Foraminiferi* (fig. 414). L'Ordine comprende numerosissime specie viventi e fossili abitatrici dei mari. Quando muoiono, i loro nicchi scendono al fondo e formano, col tempo, vasti depositi (*rocce a Nummoliti*. Protozoi fossili grandi come monete; a *Globigerine* abbondanti nei fondi oceanici (fig. 415).

Uno scheletro formato di aghi *silicei* hanno invece gli *Eliozoi* di acqua dolce e soprattutto i *Radiolari* (fig. 416) che formano un gruppo ricchissimo di specie con forme varie ed artistiche, viventi nelle acque marine, e capaci anch'essi di dare origine coi loro depositi a *rocce silicee*. Hanno un *endoplasma* racchiuso in una membrana forata di una o più aperture e un *ectoplasma* bolloso per numerose vacuole e da cui escono i prolungamenti protoplasmatici.

Flagellati. – Sono così detti perchè muniti di uno o più *flagelli*, prolungamenti filiformi del citoplasma, mediante i quali si muovono nell'acqua.

Appartengono a questa Classe:

L'*Euglena viridis* (fig. 417), flagellato comune nelle acque dolci, c
nel suo corpo granuli di *clorofilla* per cui colora le acque in verde ed è impo
dal punto di vista scientifico perchè può vivere tanto come animale che come pianta; vale a dire che se trova nell'acqua il nutrimento adatto utilizza questo digerendolo e assimilandolo come fanno gli animali; se il nutrimento viene a mancare, basta che abbia a sua disposizione *anidride carbonica* e *aria* e *luce* perchè possa, al modo delle piante, fabbricarsi da se la sostanza organica per nutrirsi e vivere.

Notevole è anche la *Noctiluca miliaris*, Protozoo marino che produce la fosforescenza delle acque del mare (fig. 418).

Fig. 418.
Noctiluca miliaris.
n) nucleo, t) tentacolo.
Ingrand. circa 100 volte.

Un Flagellato parassita dell'uomo e degli animali domestici, nei quali produce una terribile malattia, la *malattia del sonno*, che infierisce nelle regioni tropicali, è il *Tripanosoma* (figg. 419, 420), che viene inoculato per mezzo della puntura di una mosca: la mosca *tsè-tsè* (*Glossina palpalis*).

Fig. 417. Un Flagellato: *Euglena viridis.* (Forte ingr.: lunghi 50 μ).

Altri Flagellati parassiti dell'uomo sono le *Leishmania*, che producono la malattia detta *Cala-Azar* o *leishmaniosi* diffusa anche in Italia, specie nei bambini.

Fig. 419. – Un Tripanosoma (*Trypanosoma gambiense*).
n) nucleo; c) blefaroplasto; m) membrana ondulante; f) flagello. (Fortissimo ingrand.; lungh. 10 μ).

GLI ANIMALETTI DELLE INFUSIONI E LAZZARO SPALLANZANI

Lazzaro Spallanzani nacque a Scandiano, presso Reggio Emilia, il 12 gennaio 1729 e morì a Pavia il 12 febbraio 1799. Studiò a Bologna giurisprudenza, secondo il volere del padre, ma portato dalla sua naturale inclinazione, e dietro l'esempio e il consiglio della sua celebre cugina Laura Bassi, abbandonò presto i codici e si applicò allo studio delle scienze della Natura. Incaricato dell'insegnamento della fisica e della filosofia nella R. Università di Modena, nel medesimo tempo che teneva la cattedra di greco e di matematica nel Collegio di San Carlo, trovò tempo e modo di iniziare in questo periodo quegli studî di Zoologia che dovevano dargli la gloria. Infatti si occupò della gene

Fig. 420. – *Trypanosoma Lewisi.*
(Fortissimo ingrand.; lungh. 10 μ).

razione degli animali trattando l'argomento in un'opera [illegible] *[illegible]gio di osservazioni microscopiche concernenti il Sistema della generazione de' Signori di Needham e Buffon.* Modena, 1765) e compì studi e ricerche sulla circolazione del sangue. Chiamato poi a occupare la cattedra di scienze naturali a Pavia (1769), rimase tutta la vita in questa città, allontanandosene solo per compiere alcuni [illegible] all'estero, e arricchendo sempre più, col suo lavoro e col suo genio, la scienza di nuove e mirabili scoperte.

Lazzaro Spallanzani.

Questa nobile e austera figura di scienziato vissuto nel secolo dell'Arcadia e del minuetto, e quindi in un secolo un po' frivolo, ma nello stesso tempo ricco di fermenti nuovi e di nuove promesse, meriterebbe assai più che un breve cenno fugace, e le onoranze che furono rese a questo Grande nel 1929, in occasione del secondo centenario della sua nascita, e la raccolta delle sue opere a cura dell'Accademia d'Italia, attestano quanto i contemporanei abbiano giustamente apprezzato ed esaltato i meriti dell'insigne biologo scandianese.

Ma se non possiamo qui, per ovvie ragioni, parlare di tutte le sue osservazioni e scoperte e della mole ingente dei suoi lavori, crediamo opportuno però mettere in rilievo qualche lato della sua personalità scientifica, poichè questo, meglio di ogni arido elenco di opere e di fatti, ha per i giovani un alto valore educativo.

Lazzaro Spallanzani fu, si può dire, naturalista nato. Già fin da ragazzo dimostrava la sua grande curiosità per le cose naturali, e tormentava bestie per osservarne la struttura, e si chiedeva continuamente il perchè dei fenomeni: un giorno si arrestò davanti ad una sorgente naturale; diventò serio e pensoso e tornò a casa per chiedere al padre come faceva a scaturire quella sorgente; e quando gli fu risposto che erano le lacrime di vergini che in tempi remoti si erano perdute nella foresta, rise allegramente di quella scempiaggine e non fu contento fino a che non ebbe una spiegazione soddisfacente: e questa spiegazione la ebbe dal celebre naturalista Antonio Vallisnieri che, intuita la genialità del ragazzo, consigliò il padre ad avviarlo per gli studi scientifici.

La curiosità innata del ragazzo diventò infatti col tempo ansia di sapere e consuetudine di vita, diventò passione di ricerca. E in questa passione è anche tutto il suo temperamento. Infatti nella ricerca lo Spallanzani mise tutto l'impeto della sua natura esuberante e la tenacia della sua volontà; ma nello stesso tempo lo spirito critico che era in lui sempre vigile e presente lo tenne lontano così dalle conclusioni avventate come dalle rinunce inconsiderate; nella ricerca mise la fermezza delle sue idee sempre chiare e positive e non facili a lasciarsi sviare dalle nebulosità della metafisica e dalla contraddizione degli avversari; nella ricerca mise la combattività e l'audacia, unite alla prudenza e all'accorgimento.

Seguire il Maestro nella disputa che egli ebbe con il signor Di Needham sulla *generazione spontanea* è quanto mai istruttivo, perchè ci fa vedere come questi scienziati del sei e del settecento (e tali furono anche il Malpighi, il Vallisnieri, il Borelli, ecc.) sapessero, senza l'aiuto di alcuno e senza quei mezzi tecnici che oggi sono a disposizione degli studiosi nei lussuosi laboratori, ma con le sole armi dell'ingegno e con strumenti semplici, rozzi e primitivi, scoprire verità e aprire nuovi orizzonti all'indagine con risultati che hanno del prodigioso. Gli è che dove manca l'anima diventa inutile ogni apparato esteriore.

«*Provando e riprovando*». Il motto dell'Accademia del Cimento pu[illegible] insegna per il nostro Autore. Il NEEDHAM aveva creduto di poter dim[illegible] viventi si potevano formare *per generazione spontanea* dal succo di brodo di montone o da un infuso di semi. Se si fanno bollire infatti questi infusi, egli diceva, in recipienti chiusi con tappi di sughero onde evitare ogni inquinamento proveniente dall'esterno, tutti gli animaletti o i germi viventi che vi si trovano vengono uccisi dal calore. Ciò nonostante dopo pochi giorni essi ricompaiono negli infusi. Essi non possono quindi essersi originati che dalle sostanze stesse formanti i brodi e gli infusi che vanno in decomposizione. Lo SPALLANZANI lesse il libro del NEEDHAM: ma non rimase persuaso di queste conclusioni. «E se questo signor DI NEEDHAM, disse fra se, non avesse fatto bollire abbastanza i suoi infusi? Voglio provare io». E ripetè le esperienze facendo bollire gli infusi, non per pochi minuti, ma almeno per un'ora. Non solo; ma se quegli esseri viventi, pensò ancora, se quegli animaletti delle infusioni provenissero dall'aria cacciandosi fra il tappo e il vetro? Sarà necessario anche chiudere ermeticamente alla fiamma il collo della bottiglia prima di sottoporre l'infuso all'ebollizione e non mettervi un semplice tappo, si disse lo SPALLANZANI. E così fece. Preparò bottiglie con infusi che non fece bollire; infusi che fece bollire per pochi minuti e altri per un'ora e più nelle bottiglie chiuse, fondendo alla fiamma il collo di vetro; infusi che fece bollire per un'ora, ma in bottiglie chiuse col solo tappo di sughero. E allorchè, trepidante, si accinse all'esame microscopico di alcune gocce prese dai vari infusi, constatò con gioia che mentre nelle fiasche chiuse alla fiamma e fatte bollire per un'ora e più, *non vi era traccia di esseri viventi*, in quelle fatte bollire per pochi minuti ve ne erano alcuni; molti in quelle fatte bollire per ore, ma chiuse dal sughero; moltissimi naturalmente in quelle che non avevano subìto nessun trattamento al calore. Conclusione: questi esseri viventi non compaiono quando si fa bollire per più ore e si impedisce loro di entrare dall'aria; compaiono quando si fa bollire per pochi minuti, perchè resistono al calore anche alto; compaiono nei vasi fatti bollire per un'ora ma chiusi con tappo di sughero, perchè vi sono entrati dopo la bollitura con l'aria nello spazio fra i tappi e il vetro o attraverso il tappo di sughero poroso. Ma quando tutti i germi sono stati uccisi, le sostanze in infusione non producono mai esseri viventi! La teoria di NEEDHAM sulla generazione spontanea era falsa. *La vita non può avere origine che dalla vita.* Gli animaletti sono procreati da esseri simili a loro o da germi viventi capaci di generarli.

Infatti oggi sappiamo che questi animaletti delle infusioni (Infusori) hanno la facoltà di *incistidarsi*, ossia di racchiudersi in una membrana assai resistente, formando una *cisti* entro cui l'animale vive di una vita latente fino a che le condizioni di ambiente sono sfavorevoli. Ma non appena queste condizioni lo consentono, essi si liberano dell'involucro e ritornano a vita normale.

Il NEEDHAM però non si dette per vinto.

Bella forza! rispose; negli infusi bolliti a lungo e chiusi alla fiamma non compaiono esseri viventi perchè con questa prolungata ebollizione non si era fatto altro che indebolire tanto la *forza vegetatrice* delle infuse sostanze, che queste non potevano più produrre nulla! È questa forza vegetatrice che crea la vita e che è presente nel brodo di montone e nell'infuso non bollito!

Lo SPALLANZANI, spirito eminentemente positivo, e anche violento, fremette d'ira e d'impazienza. Che significa questa teoria cervellotica della *forza vegetatrice*? E tornò alle sue fiasche e ai suoi esperimenti, dimentico degli scolari, dei convegni, delle graziose signore che si chiedevano: ma dove si è nascosto l'abate SPALLANZANI che non lo si vede più? Tornò nel suo laboratorio e si disse: «Se la forza vegetatrice si distrugge col calore, ebbene vediamo: facciamo abbrustolire fino a carbonizzarli i semi e poi mettiamovi dentro dell'acqua distillata e facciamo bollire in recipienti chiusi con turaccioli di sughero. Secondo NEEDHAM questo deve bastare; negli infusi bolliti per ore, e fatti prima abbrustolire i semi,

non dovremo trovare tracce di esseri viventi perchè la *forza vegetatrice è andata distrutta* ».
[illegible] attraverso il sughero estremamente poroso.
[illegible] l'aria chiusa nel vaso che per effetto del
[illegible] *sua elasticità*, pregiudica alla forza vegetatrice...

[illegible] le bottiglie, l'aria col calore ne esce e quella che rimane è rarefatta ossia meno elastica della normale.

Ed ecco che lo SPALLANZANI vuol vedere. Rompe un vaso facendone saltare il collo e ascolta un leggero fischio partire dalla piccola apertura del collo spezzato. Prova un altro vaso, accosta il collo alla fiamma e questa è succhiata nell'interno del vaso. Dunque è aria che entra e dentro il vaso l'aria è *meno elastica* che non di fuori; che abbia ragione NEEDHAM?

Allora lo SPALLANZANI riprese i suoi fiaschi di infusi, ne tirò il collo alla fiamma in un tubo sottile capillare, lasciò che l'aria vi entrasse questa volta col raffreddamento; e poi con un colpo di fiamma saldò l'apertura. Così l'aria interna non sarebbe affatto *pregiudicata nella sua elasticità* e non avrebbe potuto quindi pregiudicare alla forza vegetatrice. La pressione interna non era cambiata e l'aria avrebbe dovuto quindi, per dirla col NEEDHAM, conservare la sua elasticità. Ciò nonostante gli animaletti non comparvero e la vittoria rimase allo SPALLANZANI. Le sue esperienze furono riprese poi più tardi dal PASTEUR per dimostrare la impossibilità della generazione spontanea anche per i microbi.

La stessa passione per l'esperimento lo SPALLANZANI portò in tutte le altre sue ricerche sulla *digestione, circolazione del sangue, riproduzione.*

Così per provare il potere solvente del succo gastrico introduceva tubetti perforati con entro sostanze alimentari nello stomaco dei gallinacei; anzi ottenne la prima *digestione artificiale* togliendo il succo gastrico dallo stomaco di un tacchino appena ucciso e mettendovi a contatto dei frammenti di carne. Non contento di questo, introdusse delle piccole spugne attaccate ad un filo nello stomaco di alcune cornacchie e le riestrasse piene di succo gastrico. Per fare agire questo succo, essendosi accorto che occorreva una certa quantità di calore, lo mise entro un tubetto che conservò per lungo tempo sotto le sue ascelle o introdusse nello stomaco di altri animali, sperimentando anche su se stesso, quantunque presto dovesse poi rinunciare a tali prove per la nausea che gli procuravano.

Fece ricerche sulla *circolazione del sangue,* già scoperta dal CESALPINO e dall'HARVEY. Il MALPIGHI nel 1661 aveva già visto il sangue muoversi nei capillari del polmone della rana; ma lo SPALLANZANI, osservando un embrione di pollo, vide il sangue scorrere nei vasi ombelicali arteriosi e venosi (1771), dimostrando così che anche negli animali a sangue caldo esisteva una circolazione del sangue e descrivendone il meccanismo.

Scoprì la *respirazione interna,* dimostrando come la combustione e il calore sviluppato non avvenga nei polmoni come riteneva LAVOISIER, ma *nei tessuti,* avendo constatato come delle chiocciole messe in un'atmosfera di azoto puro continuavano ad emettere acido carbonico.

Fece studi sulle *rigenerazioni di parti* di molti animali, esercitandosi in questo campo così interessante e fecondo della biologia. Indagò lo stato di *vita latente* dei Rotiferi e dei Tardigradi, così da lui chiamati per la lentezza dei loro movimenti.

Sulla *fecondazione* e sulla *generazione* nulla si sapeva ai tempi dello SPALLANZANI; il BUFFON diceva che « l'una e l'altra consistono in un lavorìo, in un *magistero* delle *molecole organiche* variamente combinate e disposte ». E si riteneva che a fecondare le uova bastasse la così detta *aura spermatica.* Naturalmente lo SPALLANZANI non potè fare a meno di irridere a codesta « stravagantissima idea del signor DE BUFFON »; e, riprendendo le esperienze già iniziate dal MALPIGHI, ma non riuscite, ottenne la fecondazione artificiale di uova di anfibi irrorandole col liquido spermatico del maschio. Dimostrò così la necessità del contatto dello sperma con le uova. Però non ebbe chiaro il concetto della funzione

degli spermatozoi nella fecondazione dell'uovo, ritenendo che i *vermicelli spermatici*, da lui considerati come veri animali, non fossero essi gli autori della generazione, ma agissero soltanto come stimolanti sul germe già preformato nell'uovo.

Egli infatti fu *preformista* ed *ovista* contrariamente a quei preformisti che volevano che la preformazione esistesse negli spermatozoi (*animalculisti*), e contrariamente agli *epigenisti* che sostenevano non esistere nessuna preformazione di parti ma soltanto una *potenza* di *sviluppi successivi* nella formazione del nuovo essere.

Spirito positivo quindi sempre ebbe lo SPALLANZANI e assolutamente contrario a quell'indirizzo metafisico della biologia che voleva spiegare i fenomeni della vita ricorrendo ad una ipotetica *forza vitale* dominatrice e regolatrice dei fenomeni stessi, e a *tendenze* e a *finalità* non controllabili sperimentalmente. Spirito dinamico, combattivo, amava agitare delle idee, sollevare delle discussioni, ribellarsi ad ogni forma dogmatica del pensiero, conservare la sua originalità, opporsi ad ogni tentativo di schematizzazione, arrivare a conoscere la verità oggettivamente e indipendentemente da qualunque idea preconcetta. In somma lo SPALLANZANI, con buona pace di qualche denigratore straniero, fu il più autentico rappresentante di quella nuova coscienza che scuoteva dal torpore dei secoli la vecchia anima scolastica e preludeva ai trionfi della nuova biologia moderna, precorrendo i tempi e affermandosi come una delle più pure glorie del genio italiano. Non secondo a nessuno quindi, tranne forse al sommo LEONARDO, che è un divinatore che ha del sovrumano.

Gli animali e l'ambiente.

Gli animali non vivono isolati dal mondo ed estranei all'ambiente, ma sono anzi in continui e stretti rapporti con esso.

Intendiamo per *ambiente* il mezzo esterno in cui vive l'animale e che è dato da un complesso di fattori sia fisici e chimici che biologici quali, ad es., la *natura del mezzo* (se acquatico o terrestre od aereo od organico, come è quello dato dall'interno del corpo di animali che ospitano dei parassiti); il *clima* con tutte le sue caratteristiche di temperatura, di umidità, di pressione, ecc.; la presenza o la mancanza di *luce* e di *aria*; la *natura dell'alimento*; la presenza o la mancanza della *vegetazione*; la presenza o la mancanza di *altre specie animali*, che entrino col primo in rapporti di convivenza o di ostilità o di concorrenza, fattori quindi questi ultimi di natura biologica.

Tutto ciò contribuisce a creare i più svariati tipi di ambiente, a ciascuno dei quali corrisponde una fauna caratteristica. Lo studio dei rapporti degli animali con l'ambiente si dice *Ecologia*, e questo studio si riconnette con una quantità di problemi del più alto interesse.

Adattamento all'ambiente. – In generale si osserva che gli animali sono adattati all'ambiente in cui vivono. Questo adattamento si riscontra sia nella loro organizzazione generale, sia nel possesso di organi e di strutture e di caratteri particolari.

Abbiamo già visto, ad es., come gli Uccelli abbiano una organizzazione adatta a volare: le estremità anteriori foggiate ad ali e che possono sostenere il peso del corpo nell'aria; la struttura dello scheletro con lo sterno carenato che dà solido attacco ai muscoli che vanno alle ali; l'apparato respiratorio con polmoni muniti di sacchi aerei, che consentono provvista d'aria e rendono le ossa porose e leggere, ecc. Abbiamo visto come l'organizzazione generale del corpo

dei Pesci si addica all'ambiente acquatico: la forma schiacciata lateralmente del corpo; la locomozione [illegible] della pinna codale e delle pinne pari; lo spostamento in senso verticale mediante la vescica natatoria funzionante da organo idrostatico, la respirazione a mezzo di branchie, la natura dei tegumenti impermeabili in acqua, ecc.

Ma le forme di adattamento sono quanto mai varie, sia in un medesimo ambiente, sia in rapporto ai mutamenti che può subire l'animale durante il suo sviluppo, sia in rapporto a quelli che l'animale può aver subito in seguito ad un complesso di cause che hanno agito nel corso della filogenesi e della evoluzione.

In un medesimo ambiente infatti possiamo distinguere un numero più o meno considerevole di ambienti, per così dire, minori o secondari, con forme di passaggio tra gli uni e gli altri. quando si parla, ad es., di ambiente *acquatico* occorre distinguere se si tratti delle acque degli oceani e dei mari (*ambiente marino*) o di quelle dei fiumi, dei laghi, degli stagni, delle paludi (*ambiente d'acqua dolce*); nell'ambiente marino poi sono da distinguersi ancora diverse zone: vi è una *zona litorale*, presso la costa; una *zona di alto mare* o *pelagica*; una zona di mare profondo od *abissale*. D'altra parte vi sono animali come gli Anfibi, ad es., che da giovani sono adattati alla vita acquatica e respirano per branchie, mentre da adulti passano alla vita aericola e respirano per polmoni. Altri, come i Crostacei marini, sviluppano le loro larve nella zona di alto mare o pelagica, mentre da adulti vivono sul fondo, subendo profonde trasformazioni con forme adattate ai diversi ambienti. Certi animali infine sembrano essere derivati da forme viventi in un dato ambiente e *riadattatesi* all'ambiente primitivo o a un ambiente nuovo. La Balena, ad es., si ritiene derivata da forme terrestri ritornate all'ambiente acquatico. Se si suppone che la vita abbia avuto origine dal mare e che le forme terrestri siano derivate da forme marine, può darsi il caso che alcune di queste forme terrestri, in seguito a molteplici cause (lotta per la vita, selezione naturale, ecc.) abbiano fatto ritorno alle condizioni di vita primitive. In questo caso però devono sussistere le tracce di questo riadattamento. Nella Balena queste tracce sono date dalla respirazione polmonare, dal sangue caldo e da altre particolarita strutturali ed embriologiche, delle quali parleremo più avanti.

Analogamente, forme viventi in ambiente terrestre esposto alla luce possono aver dato origine a forme *cavernicole*; si tratta di un riadattamento a un nuovo ambiente come, ad es., si può constatare nel *Proteo*, fra gli Anfibi, od in altri gruppi di animali appartenenti alla così detta fauna *ipogea* o sotterranea.

Lo studio degli adattamenti è quindi del massimo interesse biologico. Riteniamo opportuno sviluppare di più l'argomento, anche perchè ciò servirà a ricordare cose gia note o a rendersi ragione di altre soltanto accennate nelle pagine precedenti.

Si hanno principalmente tre diversi tipi di ambienti: *acquatico* (*marino* e di *acqua dolce*); *terrestre* e degli *organismi*.

Ambiente marino. - Comportamenti biologici degli organismi marini. – Le condizioni *fisiche e chimiche* dei mari e degli oceani sono la *salsedine*, la *temperatura*, la *pressione*, la *densità*, i *movimenti dell'acqua*.

In relazione a queste condizioni fisiche e chimiche del mare e alle loro variazioni stanno i diversi comportamenti biologici degli organismi che in esso abitano.

La *salsedine* [illegible] nel senso che, mentre vi sono organismi che hanno bisogno di un[illegible] e quindi di una densità quasi costante (detti perciò *stenoalini*), ve ne sono altri detti *eurialini*, che sono capaci di resistere a variazioni anche forti della [illegible] dell'acqua. La maggior parte però sono *stenoalini* e bastano variazioni anche minime nel contenuto in sali nell'acqua per farli morire. Si è visto che è specialmente pericolosa la modificazione del contenuto in cloruro di magnesio e anche un passaggio rapido da acqua salata ad acqua dolce o viceversa, perchè questa modificazione provoca correnti di diffusione violente. Quelle specie che tollerano variazioni notevoli sono quelle che emigrano dal mare ai fiumi e viceversa, come ad es. le Anguille, i Salmoni e in generale i vertebrati la cui pelle oppone alla diffusione dei sali un ostacolo piuttosto forte. La fauna marina presenta perciò specie che non si trovano nelle acque dolci, a causa, fra l'altro, di questo speciale comportamento. In relazione ai sali si deve anche notare che grande utilizzazione viene fatta dagli animali marini del *carbonato di calcio* per la formazione di scheletri, dermascheletri, polipai, conchiglie, gusci microscopici (come per i Protozoi foraminiferi); mentre di *silice* formano i loro gusci altri Protozoi, come i Radiolari.

L'acqua contiene inoltre disciolto molto più *ossigeno* dell'aria atmosferica (circa il 13 % di più) e, in generale, gli animali acquatici presentano un'*ampia superficie respiratoria* allo scopo di assumere la quantità di ossigeno a loro necessaria (respirazione *cutanea* o foglietti cutanei in forma di frange, pennacchi, come le *branchie*).

Notevole il fatto che negli animali di alto fondo la respirazione si compie in condizioni circa uguali a quelle che si verificano negli strati superiori, giacchè i gas disciolti nell'acqua non si trovano sotto pressione, a differenza di quanto si riteneva una volta, quando cioè si pensava che i gas delle profondità avessero una pressione tanto maggiore quanto più alta era la colonna d'acqua sovraincombente.

Anche per quanto riguarda la *temperatura* si distinguono organismi *stenotermi*, cioè che hanno bisogno di vivere a una temperatura pressochè costante, ed organismi *euritermi*, che sopportano variazioni notevoli di temperatura, con prevalenza naturalmente dei primi, giacchè le oscillazioni termiche sono assai meno spiccate nel mare che sulla terra.

La temperatura ha una grande importanza biologica come fattore determinante in gran parte delle migrazioni periodiche di certi Pesci, e nei fenomeni di accrescimento di alcune specie.

Connesse col modo di comportarsi verso la *luce* sono le abitudini di molti animali marini, poichè alcuni fuggono la luce e si rintanano, altri cercano le zone più illuminate, altri compiono escursioni periodiche salendo dal fondo verso l'alto e viceversa. Ma la fauna marina che vive nella zona costiera fin dove arriva la luce solare, è ben diversa da quella che vive nelle regioni profonde dove questa luce non arriva, come fra breve vedremo. Per terminare con queste considerazioni generali diremo qualche cosa ancora sul *peso specifico* degli animali marini in relazione con l'ambiente acquatico e con la *pressione*.

È noto dalla fisica il così detto *principio di Archimede*, secondo il quale un corpo immerso in un liquido risente una spinta dal basso verso l'alto che è uguale

al peso del volume di liquido spostato. Da ciò la conseguenza che un animale nell'acqua acquista una leggerezza che risparmia ad esso molto della sua forza muscolare.

Il contrario avviene per gli animali che vivono sulla terra. Essi hanno bisogno di organi locomotori ben robusti per sostenere il peso del corpo, che è assai superiore a quello dell'aria spostata.

Si osservi quanto diverso è il comportamento di un Gambero di mare, ad es., quando venga tolto dal suo ambiente e posto in terra. Nell'acqua il suo corpo sta come sospeso e le zampe toccano appena il suolo; in terra il corpo si schiaccia contro il suolo perchè le gambe non hanno la forza di sostenerlo.

I Pesci e altri animali che vivono nell'acqua hanno gli arti trasformati in pinne o in altri organi che funzionano da remi, da organi propulsori, e da organi di equilibramento. Molte sono le specie liberamente natanti che hanno un peso specifico press'a poco uguale a quello dell'acqua e si mantengono sospese in essa, sia per la tenuità del corpo sia per la presenza di espansioni e appendici che ne aumentano la superficie. Esse si rendono capaci di salire o scendere nel liquido elemento con leggere modificazioni di questo loro peso specifico ottenuto coi mezzi più diversi e singolari. Nelle colonie gelatinose dei *Sifonofori* la campana piena d'aria (*pneumatofora*) posta alla sommità fa salire a galla o scendere verso il fondo l'intera colonia, a seconda che si riempie o si svuota del gas ivi contenuto. Nelle uova galleggianti di molti animali si trovano goccie d'olio; bollicine d'aria contengono i vacuoli dei Protozoi, ecc.

Ma quanta varietà nei mezzi di locomozione di questa ricchissima fauna marina! Si direbbe quasi che ogni specie abbia risolto il problema dell'adattamento a suo modo, sfruttando le leggi fisiche e chimiche con una conoscenza di esse talvolta assai più profonda di quello che possa dare a noi uomini la nostra scienza. Guardate la *Velella* (fig. 386), specie di Sifonoforo dal colore azzurro che viene talvolta a galleggiare sulla superficie del mare in quantità enorme e che ha un pneumatoforo foggiato a guisa di vela, il quale manda propaggini in forma di tubi articolati fino ai polipi situati nella parte inferiore del corpo fatto a guisa di barchetta. Essa viene a respirare e a rinnovare l'aria atmosferica e affida al vento la sua vela latina.

Mediante contrazioni ritmiche delle pareti del corpo si spostano le Meduse, le Salpe, i Dolioli. Un Mollusco: la *Jantina* si fabbrica un galleggiante di sostanza mucosa mista a molte bollicine d'aria e a questa specie di zattera tiene sospeso il suo corpo munito di conchiglia. Altri Molluschi: le *Carenarie* nuotano rovesciate, col piede trasformato in pinna a forma di scure.

Un altro Mollusco: la *Jalea* o *Farfalla marina* (fig. 239) nuota lentamente, agitando di continuo le pinne a guisa di ali. I *Polpi*, le *Seppie*, i *Calamari* nuotano a ritroso, espellendo acqua dall'imbuto con forza in modo che il corpo risente una spinta indietro (fig. 250). Il *Cavalluccio marino* sale e scende e nuota stando in posizione verticale e valendosi per questo della sua pinna dorsale che tiene in movimento vibratorio continuo rapidissimo (fig. 421). Financhè i pesanti Molluschi bivalvi si spostano sulla sabbia con movimenti vivaci del loro piede, fanno salti, e, aprendo e chiudendo rapidamente le valve, salgono nell'acqua, poi, chiuse le valve, si lasciano cadere lentamente al fondo come fanno i *Pet-*

tini. Vi sono dei Pesci che sanno perfino volare. I Pesci volanti compiono, infatti, brevi voli fuori dell'acqua, valendosi delle pinne pettorali grandissime come di ali.

Accanto però a queste forme libere ve ne sono moltissime altre *fisse* e *sedentarie*. Questa fissità, che non si trova negli animali terrestri, è in rapporto sempre con la natura dell'ambiente. Infatti l'acqua del mare in continuo movimento porta essa i detriti organici alimentari o i piccoli animali a contatto con il corpo delle *Attinie*, dei *Coralli*, delle *Gorgonie*, che, fissi allo scoglio, attendono il loro nutrimento (fig. 422). Questa fissità è anche in rapporto con la violenza delle onde; giacchè mentre nell'alto mare gli animali possono sfuggire all'agitazione delle acque abbassandosi a un livello inferiore, e perciò la tenuità del corpo non è loro di danno ma di vantaggio, in quelli invece che abitano presso le rive occorrono rivestimenti del corpo duri per resistere ai colpi delle onde che si frangono, e mezzi di difesa adatti, come la possibilità di aderire tenacemente alla roccia (così fanno le *Patelle* fra i Molluschi), o di affondarsi nella sabbia (molti Molluschi lamellibranchi, Granchi, ecc.).

Fig. 421. – Cavalluccio marino (*Hippocampus antiquorum*). (Ingrandito).

Anche per quanto riguarda la *pressione*, questa non costituisce un ostacolo al diffondersi della vita, come si riteneva una volta. Gli animali delle profondità sopportano bene questa pressione, sia per essere circondati da ogni parte da essa, come noi siamo circondati da ogni parte dalla pressione atmosferica, sia perchè i fluidi che ricolmano le lacune dei tessuti interni acquistano una pressione tale da fare equilibrio a quella esterna, sia perchè molte specie sopportano variazioni di pressione notevolissime. Il fatto che certi Pesci estratti dalle profondità salgono su deformati, e giungono alla superficie con gli occhi fuori dalle orbite, con la vescica natatoria che fa ernia fuori della bocca, si deve al cambiamento rapido di pressione; tuttavia la rapida morte di questi esseri sembra piuttosto da ascriversi alle differenze di temperatura che a quelle della pressione.

Gli animali del fondo sono carnivori e si cibano dei detriti organici che piovono continuamente dall'alto, perchè questi detriti arrivano fino al fondo, al contrario di quanto un tempo si pensava. Infatti con l'aumentare della pressione aumenta di pochissimo la densità dell'acqua tanto che, secondo HYORT, a 4000 metri di profondità la pressione di 400 atmosfere ha l'effetto di aumentare la densità dell'acqua di 1,8 per cento soltanto. A questa profondità un pezzo di ferro del peso di un Kilogrammo, spostando un volume d'acqua uguale al suo proprio volume, verrebbe a pesare 866 gr., ossia avrebbe ancora un peso tanto superiore al peso dell'egual volume di acqua spostata da continuare a scendere

Fig. 422. Fondo marino. A sinistra: Corallo rosso; a destra: Pennatula fosforescente; in mezzo e sul fondo: Paguro Bernardo e Attinie.

tranquillamente verso il fondo. Un ambiente particolare è quello che sta fra l'alta e la bassa marea e che alberga specie che possono sopportare per un tempo più o meno lungo la siccità. Certi Granchi, certi Crostacei possono mantenere umido il corpo per mezzo di dispositivi speciali. I *Perioftalmi*, Pesci che abitano le coste dell'Africa occidentale, sono atti ad arrampicarsi sugli alberi servendosi delle loro pinne pettorali, e portano nella loro cavità branchiale delle appendici spugnose che formano un vero apparecchio di respirazione aerea.

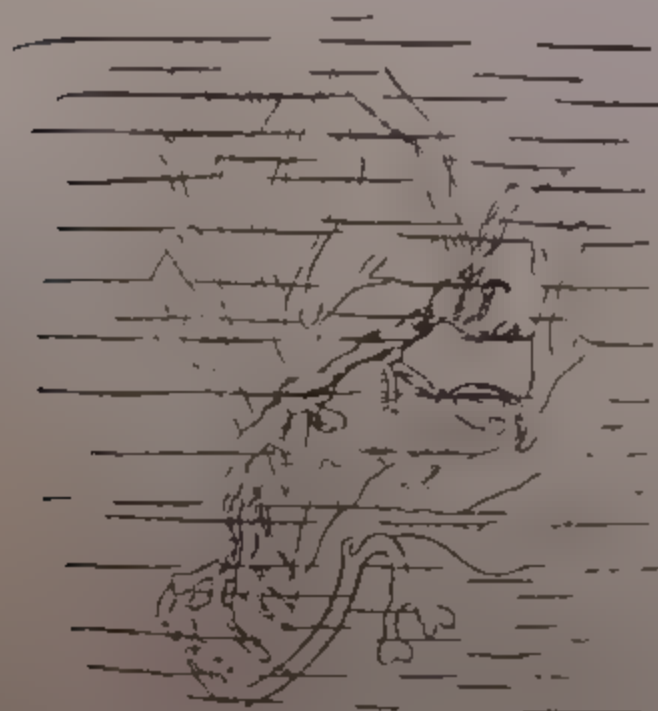



Fig. 423. Crostaceo Anfipodo: Caprella, fra filamenti di Alga. (Ingrandito circa 3 volte)

Abbiamo già citato del resto, a proposito di certi Pesci che vivono nelle acque dolci, i *Dipnoi*, che al prosciugarsi delle acque si nascondono nella melma e possono respirare l'aria atmosferica, giacchè la loro vescica natatoria funziona allora da polmone, mentre le branchie si atrofizzano.

Alle condizioni di carattere generale si aggiungono quindi altre di natura speciale, cosicchè l'ambiente marino si suole dividere in *ambiente litorale*, in prossimità della costa (*dominio costiero*), in *ambiente d'alto mare* o *pelagico*, e in *ambiente abissale* o delle grandi profondità.

Fig. 424. – Corbelli (*Umbrina cirrhosa*).

Gli organismi che vivono in queste diverse zone sono diversi e alcuni passano da una zona all'altra nei diversi stadi del loro sviluppo.

Si distingue il *bentos* (da βενθοσ — fondo) dato dalle specie che stanno in relazione col fondo marino ed il *plancton* (da πλάζω — vagare e πελαγοσ - mare) che dal fondo sono indipendenti, e vivono galleggianti o si mantengono fluttuanti a mezza acqua.

Zona litorale. – Già in questa zona si può notare un *bentos* che arriva fino ai 60-70 metri di profondità, con caratteri diversi dal *bentos* più profondo che arriva fino ai 200 m. oltre i quali finisce il dominio costiero e incomincia quello più profondo o pelagico. Se noi immaginiamo di procedere da una spiaggia del nostro Mediterraneo verso il mare, inoltrandoci in esso, a seconda che si tratta di *spiaggia arenosa* o di *spiaggia a scogliera*, diversa è la fauna e la flora che incontriamo; nelle acque basse della scogliera vive infatti una lussureggiante vegetazione di alghe che manca affatto in quelle delle arene litorali. Se la spiaggia è a scogliera, da prima troviamo organismi adatti a rimanere per qualche tempo all'asciutto, in seguito all'oscillazione regolare fra l'alta e la bassa marea, e che vivono o attaccati allo scoglio (alcuni *Crostacei Cirripedi* come i *Balani*, alcuni *Molluschi* come la *Patella*; alcuni *Antozoi* come l'*Attinia rossa* o *Tomata di mare* che ha forma di massa ovoidale carnosa durante la bassa marea e che sboccia simile a un fiore durante l'alta marea perchè apre la corona dei suoi tentacoli, armati di cnidoblasti); o si spostano sulle rocce come fanno le *Littorine* (Molluschi Gasteropodi), e *Granchi* diversi.

Ma al di sotto di questa striscia sottoposta alle oscillazioni dell'acqua marina, viene il regno variopinto delle Alghe (Alghe verdi o *Cloroficee*; Alghe

Fig. 425. – [illegible]

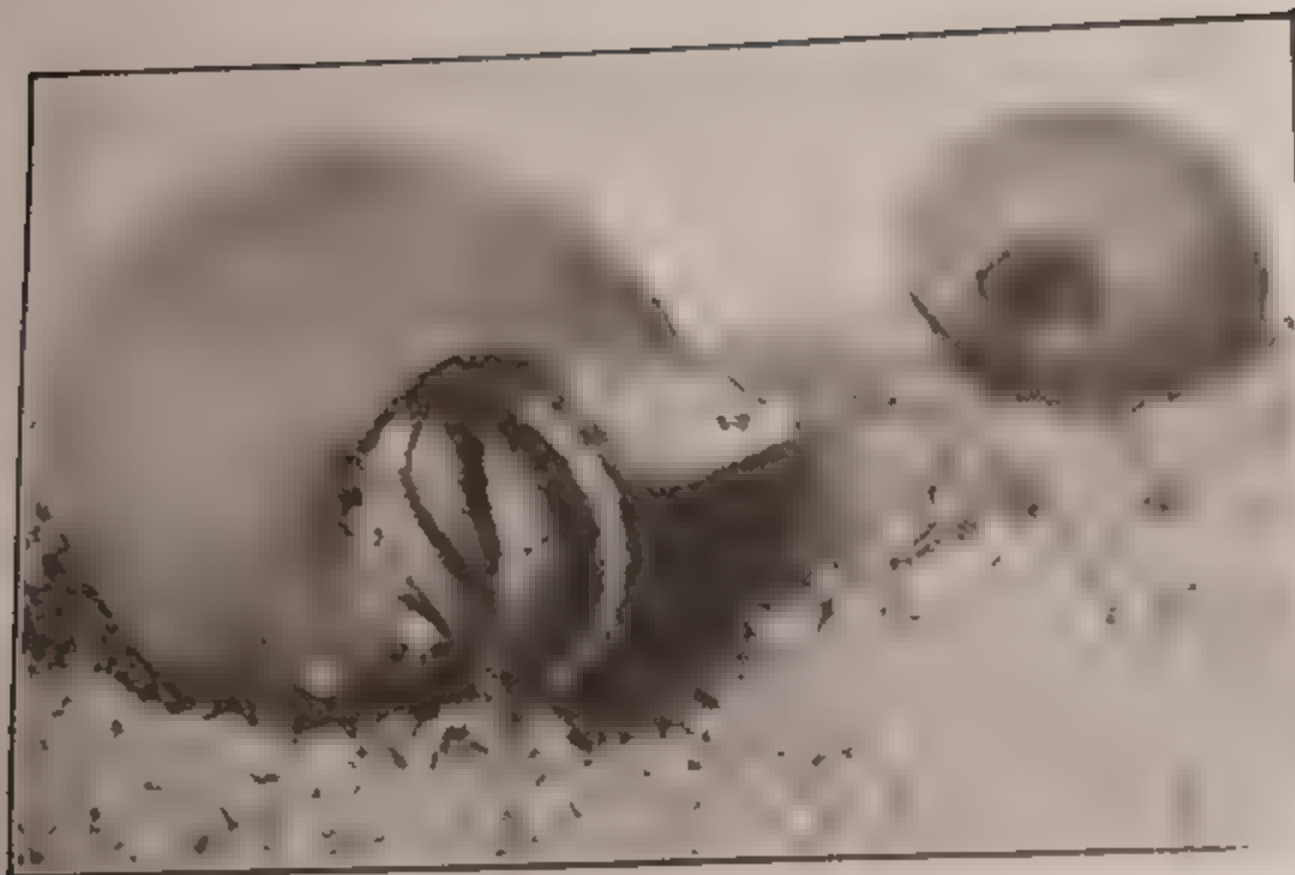



Fig. 426. – La *batisfera* emergente dall'acqua da una profondità di 920 metri e fuori da una pressione di 5 × 800 tonnellate, entro cui gli esploratori BEEBE e BARTON stavano rinchiusi da più di tre ore. (Da WILLIAM BEEBE).

brune o *Feoficee*; Alghe rosse o *Rodoficee*), fra le quali vivono piccole colonie di *Idroidi*, minuscole *Meduse*. Vermi [illegible] piccolissimi come lo *Spirorbis* chiuso in una specie di conchiglietta calcarea che [illegible] ad occhio nudo [illegible] una macchiolina [illegible] aderente al tallo [illegible] piccoli Mol[illegible]libranchi, si[illegible]mache, varia[illegible]rati di zaffi[illegible]llo (*Aeolis*), [illegible] *prelle* (Crostacei [illegible]podi) dal corpo sottile e dalle forme strane e dai movimenti ancora più strani (fig. 423); e poi Granchi che amano mascherarsi, come la *Maja verrucosa* coperta da un fitto feltro algoso. Troviamo ancora, striscianti fra le Alghe, *Stelle di mare*, e poggiante sul suolo con la bocca rivolta in basso, il *Riccio di mare*, e Molluschi Gasteropodi dalle conchiglie variopinte (*Coni*, *Trochi*, *Cipree*), e *Polpi* dai lunghi tentacoli, e Pesci dalle livree dorate, rosse, azzurre (*Blennii*, *Serranidi*, *Donzelle*; *Ombrine*, ecc.) (fig. 424), tutta una fantasmagoria di colori, di forme strane e diverse, tutto un mondo vivente capace di parlare non sol-

tanto alla fantasia dell'artista, ma di suscitare l'interesse senza paragoni del biologo che in quella messe abbondante ha modo di poter soddisfare la sua passione di ricercatore e di indagatore. Più in basso ancora, dove la luce si fa più tenue e il fondo si fa ricco di concrezioni biancastre rosee o violacee, e le Alghe coralline predominano, abbondano le *Spugne* e i *Briozoi* (fra questi le *Retepore* dalle costruzioni calcaree simili a trine), i *Pettini* dalle conchiglie larghe, appiattite, solcate in senso radiale, insieme con i *Fusi*, i *Cerithium*, il *Piede di Pellicano* (*Aporrhais pespelecani*), il *Murice* (figg. 238, 240), e, fra i Tunicati, le *Ascidie* dal corpo molle e gelatinoso (fig. 223).

Fig. 427. – Spugne silicee.

Oltre i 70 metri di profondità una melma grigiastra occupa il fondo, sul quale strisciano le *Oloturie* (fig. 232), vivono le *Turritelle* dalla conchiglia allungata e sottile, le *Cassidarie*, i *Dentalium*, l'*Isocardia* fra i Molluschi e, fra i Crostacei, la *Canocchia* (*Squilla mantis*), che suole rimpiattarsi nella melma scavando una galleria, la *Dromia vulgaris*, un crostaceo caratteristico perchè vive in simbiosi con una Spugna (fig. 425). *Torpedini* e *Razze* poggiano sul fondo insieme con la *Rana pescatrice* (*Lophius piscatorius*), strano pesce dalla bocca enorme che attira la preda per mezzo di un'esca mobile rappresentata da un lembo cutaneo oscillante al vertice di un lungo flagello situato presso al capo (fig. 197).

Se poi abbandoniamo la spiaggia a scogliera e ci rivolgiamo a quella *arenosa*, come è in generale la spiaggia del nostro Adriatico, troviamo meno ricchezza di specie, ma forme caratteristiche come le *Arenicole* (Anellidi Policheti), che stanno affondate nella sabbia; altri Vermi della famiglia delle *Serpule*, che vivono entro tubi che si fabbricano da loro stesse, e che attaccano alle conchiglie o ad altri corpi sommersi (fig. 368); Molluschi bivalvi eduli come le *Telline*, *Cardium* (detti comunemente *Peveracce*); i *Solen* o *manicai* dalle lunghe valve; piccoli *Gamberetti* del colore del fondo; il comune *Granchio*; il temuto *Pesce ragno* (*Trachinus draco*) (fig. 196), che ha la prima pinna dorsale munita di 3 o 4 spine acutissime connesse con un apparato ghiandolare velenoso, sì che l'incauto bagnante che vi posa

il piede sopra, quando il pesce sta affondato nella sabbia, lasciando sporgere soltanto il capo fornito di grandi occhi, ne riceve una puntura dolorosissima; e poi *Sepiole* e *Seppie* (Molluschi Cefalopodi); Pesci novelli come le *Gallinelle* (*Triglia*), le *Triglie* (*Mullus*), e presso la riva branchi di pesciolini (la comune *Acquadella*).

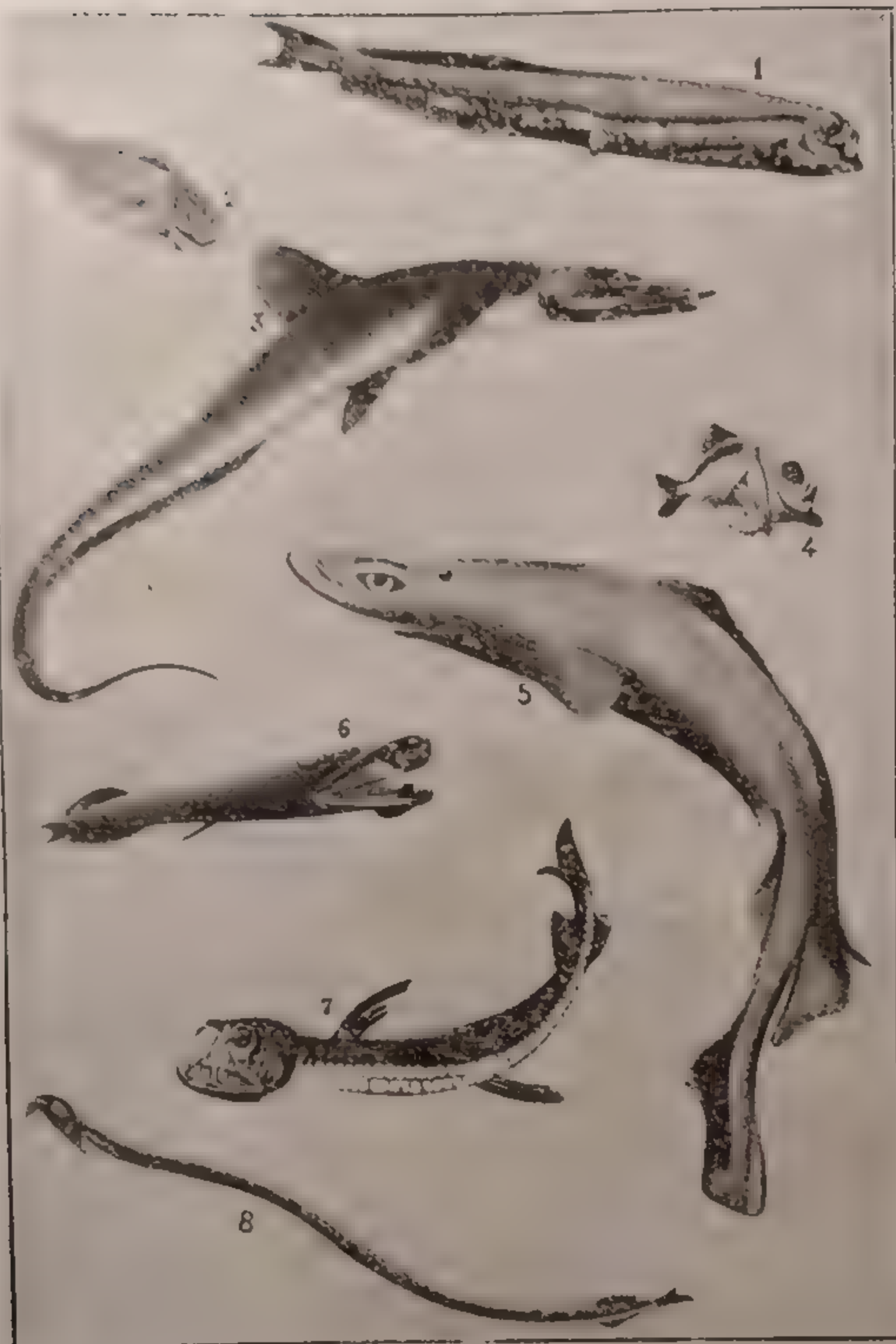



Fig. 428. – 1. *Xenoxdermichtys nodulosus.* — 2. *Argyropelecus olfersii.* 3. *Halosaurus macrochir.* — 4. *Sternoptyx diaphana.* — 5. *Centrophorus foliaceus* (non luminoso). — 6. *Malacosteus indicus.* — 7. *Chauliodus Sloanii.* — 8. *Stomias.*

Più al largo, dove il fondo sabbioso è commisto a melma, si possono trovare praterie di *Posidonie* e di *Zostere*, piante superiori che si fissano al suolo con un rizoma e hanno foglie lunghe, a nastro, di un bel verde lucente e frutti simili a grosse ulive, che si staccano venendo a galla.

Tutta una fauna speciale si trova fra le foglie di queste piante, alle quali si attacca il *Cavalluccio marino* per mezzo della parte posteriore del corpo, ritorta a guisa di coda prensile; sul fondo si aggirano i *Paguri* viventi in simbiosi con le Attinie (fig. 422).

Ambiente d'alto mare o pelagico. – Nell'ambiente pelagico vivono animali *planctonici*, che, o si lasciano trasportare passivamente dalle onde e dalle cor-

renti, o sono forti e agili nuotatori, i quali si spostano isolati o in gruppi numerosi da un punto ad un altro, compiendo migrazioni periodiche o temporanee. A questi ultimi appartengono i grandi Cetacei (*Balene, Balenottere, Capodogli, Delfini*) e numerosi Pesci (*Acciughe, Sardine, Scombri, Tonni*).

Fig. 429. – Bocche-tonde pallide (*Cyclothone signata*), che inseguono un gruppo di Copepodi. (Da William Beebe)

Inoltre è da notarsi che molte specie, che poi si adattano alla vita di fondo, sono pelagiche nei primi stadî del loro sviluppo. Tali ad es. le *Triglie*. Le loro uova, emesse verso il crepuscolo, nella notte iniziano il loro sviluppo scendendo un poco sotto la superficie dell'acqua, e generando pesciolini azzurri che, dopo aver condotto per un po' di tempo vita pelagica, si dirigono a frotte verso le rive, mentre cambiano di colore adattandosi alla vita di fondo. Ma è specialmente la immensa schiera degli Invertebrati che mostra particolari adattamenti alla vita pelagica e forma la ricchezza inesausta del *plancton* marino.

Abbiamo già osservato come al galleggiamento contribuisca soprattutto la tenuità e leggerezza del corpo, o perchè impregnato da grande quantità di acqua o da masse considerevoli di diafana gelatina (*Meduse, Noctiluca*), oppure da bollicine di gas, come nei Radiolari, o perchè sorretto da *campanule* piene d'aria (*pneumatofori*) come nei *Sifonofori*. Talora a ciò contribuisce l'*estensione in superficie del corpo*, ottenuta mediante lo sviluppo grandissimo di antenne, zampe, setole e altre appendici, o mediante appiattimento del corpo o di alcune sue parti, come nelle *Velelle*, nel *Cinto di Venere* ecc. (fig. 399). Un altro fatto che subito colpisce è la trasparenza del corpo o il colore azzurrognolo che rende molte specie pelagiche della superficie così simili al colore dell'acqua da farle quasi invisibili, e ciò è stato interpretato come un mezzo di difesa efficacissimo contro i nemici, al pari della luminosità

di molte specie planctoniche che hanno organi fosforescenti con i quali diffondono luci [illegible]

Fra le innumerevoli forme appartenenti al dominio pelagico ricorderemo fra i Protozoi pochi Foraminiferi (*Globigerine*) (fig. 415) dallo scheletro calcareo, e moltissimi *Radiolari* (fig. 416) con forme strane ed eleganti, dallo scheletro siliceo. Fra i Celenterati vi è la comune *Medusa* (*Rhizostoma pulmo*), che può raggiungere anche mezzo metro di diametro; vi sono le bellissime e polimorfe colonie galleggianti dei *Sifonofori*, e fra gli *Ctenofori* la vorace *Beroe* e il *Cinto di Venere* dal corpo diafano azzurro e nastriforme. Fra i Molluschi, i piccoli *Pteropodi* coi lobi laterali del piede espansi e simili alle ali delle farfalle formano l'alimento preferito delle Balene; fra i Crostacei i minuscoli *Copepodi*; e poi *forme larvali* appartenenti ai gruppi più diversi non solo dei Crostacei (larve di *Zoea*, *Nauplius*, *Phillosoma*) (figg. 358, 361), ma anche degli Echinodermi, dei Vermi, dei Molluschi, dei Pesci.

Fig. 430. – Pesce pescatore Tre Stelle (*Bathyceratias trilinchus*) con pinne e tentacoli luminosi osservato a 835 metri di profondità. (Da WILLIAM BEEBE).

AMBIENTE ABISSALE. Quantunque poco ancora si conosca della vita che si svolge nelle grandi profondità marine, pure sappiamo che molte specie di animali abitano i fondi oceanici. Recentissime esplorazioni hanno contribuito a farci conoscere maggiormente questo strano mondo privo di forme vegetali ma ricco di forme animali (fig. 426).

Oltre alle *Spugne* dallo scheletro *siliceo* fragilissimo (figg. 402, 427) e agli Echinodermi della classe dei *Crinoidi*, numerosi *Pesci* appartenenti alle famiglie più diverse sono particolarmente adattati alla temperatura fredda, alla forte pressione, alla mancanza di luce che caratterizzano l'ambiente (figg. 428, 429, 430, 431).

Soprattutto con la mancanza di luce stanno in relazione gli organi visivi e

Fig. 431. — Pesci-vipere, dai denti a scimitarra, che si contendono la stessa vittima: lo scarlatto crostaceo « lanciafiamme ». (Da WILLIAM BEEBE).

certi organi luminosi diffusi nelle diverse parti del corpo (fig. 432). Certe Seppie che vivono verso i 200 m di profondità possiedono due apparecchi, uno fatto per rischiarare l'ambiente e l'altro per oscurarlo. Col primo infatti lanciano nuvole di sostanza luminosa fatta di batteri fotogeni, col secondo mandano fuori una sostanza nera a somiglianza delle Seppie.

Occhi molto grandi posseggono certi Pesci che vivono a poche centinaia di metri di profondità; ma più in basso si arriva, e più sembra che l'occhio tenda a ridursi fino a scomparire del tutto. Alcuni Cefalopodi hanno occhi detti a *telescopio*, ossia col loro asse allungato, e atti a usufruire di luce molto debole, e muniti di *fotofori*, organi luminosi la cui conformazione è tale da servire a fabbricare e irradiare la luce anzichè riceverla, e che si potrebbero chiamare occhi... a rovescio. Infatti essi sono fatti come una piccola coppa a tre strati concentrici: uno interno paragonabile alla retina e produttore di luce, uno medio che funziona da riflettore interno e corrispondente alla coroide, e uno esterno, corrispondente alla sclerotica, con pigmento nero che impedisce che la luce si disperda. Vi è inoltre una vera *lente* simile al cristallino, posta davanti alla retina, che serve a concentrare i raggi luminosi, coperta da una specie di cornea trasparente.

Fig. 432. — Pesce abissale con organi luminosi.

Fig. 433. - Ambiente d'acqua dolce. A destra: due *Limnee* (*Limnea stagnalis*); a sinistra, in alto: *Planorbis corneus*; in basso: *Sanguisuga*; in mezzo: *Ditisco* e sua larva.

Ma ciò che è meraviglioso, e che ricorda certi apparecchi creati dall'ingegno umano, è l'esistenza, attorno al punto risplendente proiettato dal fotoforo, di *riflettori esterni* che formano una aureola luminosa, e degli *schermi colorati* costituiti da *cromatofori* che possono modificare la qualità di luce proiettata dal fotoforo con toni rossi e gialli o azzurri, creando una fantasmagorica luminescenza simile a fuochi di artifizio. Inoltre si conosce una specie, presso le Azzorre, che ha gli organi luminosi coperti da membrane mobili, cosicchè l'animale può accendere o spegnere i suoi fanali a piacimento.

Animali fissi sul fondo (*Gorgonie* e altri Celenterati) mandano luci ora blande ora fulgide con vividi lampi. Pesci dalle strane forme con ampie bocche e denti acuti e lunghi hanno sul ventre fili di lumi splendidissimi.

Ambiente d'acqua dolce. – In confronto all'ambiente marino l'ambiente di acqua dolce presenta maggiore uniformità, sebbene per i grandi laghi siano da distinguere diverse zone analoghe a quelle marine.

Il così detto Mar Caspio, separatosi dal mare al principio del Pliocene, alberga una tipica *fauna relicta*, considerata come un residuo di fauna marina.

Ma per altri laghi così detti *relitti* si tratta di forme *migrate* dal mare.

Le acque correnti (fiumi, ruscelli, torrenti) albergano permanentemente molti pesci di acqua dolce (*Pesce persico*, *Carpa*, *Barbo*, *Temolo*, *Trote*) o temporaneamente (*Salmoni*, *Anguille*).

Nelle acque dei maceri e degli stagni vive tutta una Fauna speciale data da Molluschi polmonati (*Limnee*, *Planorbi*); piccoli Crostacei (*Dafnie*); *Sangui-*

Fig. 434. – La Renna.

sughe; Coleotteri acquatici, *Ditisci* (fig. 433), *Idro*[illegible] [illegible] *d'acqua*, [illegible] insetti che scivolano sulla superficie dell'acqua spostandosi a scatti; e poi *larve di Libellule*, di *Zanzare*, di *Efimere*, *Protozoi* diversi: tutto un mondo in movimento che si agita, brulica, vive e combatte sotto l'apparente calma della superficie, e che il profano è ben lontano dal sospettare, mentre esso è oggetto di studio interessante per il biologo.

Si tratta infatti spesso di *riadattamenti* provenendo le specie da forme terrestri (*Ditisci*, *Argyroneta*, *larve di Zanzara*, ecc. che respirano l'aria atmosferica).

Ambiente terrestre. – L'ambiente terrestre presenta anch'esso una varietà

Fig. 435. – La Volpe azzurra.

grandissima, a seconda che si tratti di zone di pianura o di montagna, di zone desertiche o boschive, di zone a temperatura media o alta come all'equatore e ai tropici, o bassa come nelle regioni polari o di alta montagna.

Fig. 436. – Aracnide delle grotte (*Obisium speleum*). (Ingrandito).

Nelle *terre polari* vive una Fauna artica rappresentata da *Renne* (fig. 434), *Bue muschiato, Orsi bianchi, Volpe azzurra* (fig. 435), *Uccelli* a piumaggio bianco, animali tutti provvisti di pellicce abbondanti, di piumaggi folti, di grasso sotto la pelle, ben difesi in altre parole dal rigore del freddo. Questa Fauna ha convergenze di aspetto con quella di alta montagna (*Camosci, Stambecchi* (figg. 86, 85), *Marmotte, Orsi, Lupi, Pernici*, ecc.). La *Fauna desertica* comprende animali corridori (*Struzzi*, fig. 156; *Antilopi*); saltatori (*Dipi*, fig. 65); animali adattati a sopportare lunghi periodi di siccità, sbalzi del clima, penuria di cibo vegetale.

Nelle *foreste*, nei *boschi* vivono animali arboricoli (Scimmie, Pappagalli, Scoiattoli). Nelle *savanne*, nelle *steppe*, Leoni, Gazzelle, Antilopi e altri animali adatti a percorrere velocemente grandi distanze.

La Fauna *ipogea* è rappresentata da poche forme cieche o con occhi ridotti, con organi tattili sottili lunghi filiformi, assenza di pigmento nella pelle. Tali il *Proteo* fra gli Anfibi, alcuni Pesci ciechi, Insetti diversi, *Aracnidi* (fig. 436), la *Talpa* fra i Mammiferi. Probabilmente questa Fauna ipogea ha avuto origine da forme terrestri *epigee*.

Fig. 437. – *Kallima paralecta* (Grand. naturale)

Adattamenti particolari.

Mimetismo e cambiamento di colore. – L'adattamento all'ambiente si manifesta talora in modo che l'animale, somigliando per il colore e talvolta per la forma agli oggetti su cui si trova o in mezzo ai quali vive, si confonde con essi tanto che riesce difficile distinguerlo. Questo fenomeno è conosciuto col nome di *mimetismo*.

Guardate ad esempio una Farfalla indiana: la *Kallima paralecta* (fig. 437).

Non sembra una foglia della pianta su cui sta posata? La somiglianza è data, oltre che dal colore, anche dal fatto che una costola centrale divide le ali, e, pro-

lungandosi oltre queste, si appoggia al tronco, simulando così il picciuolo della foglia stessa e le sue nervature.

Ma non mancano altri esempi. Il *Bacillus Rossii* è un Insetto che ha la forma e il colore di uno stecco, cosicchè difficilmente lo si scorge fra i rami sui quali si trova (fig. 438). La *Foglia secca* (*Phyllium pulchrifolium*) (fig. 439) è un Ortottero fasmide delle Indie orientali, caratteristico per l'aspetto fogliare delle zampe e delle ali.

Fig. 438. – Il Bacillo. (Lungh. da 6 a 9 cm.).

Vi sono Insetti del Madagascar che quando stanno appoggiati a qualche tronco d'albero somigliano perfettamente ai licheni bianchi e scuri su cui posano; Farfalle che somigliano alle foglie di Quercia (*Vanesse*). Vi sono bruchi som iglianti arami (*Amphidasis betularia*). Quando una *Cavalletta* dalle ali posteriori colorate vivacemente in azzurro o in rosso si posa sulla terra ha il colore di questa e chiude le ali.

Le verdi *Raganelle* ferme sulle foglie dello stesso colore, non si vedono se non prestando molta attenzione. Le *Sogliole*, i *Rombi*, le *Razze* che vivono sul fondo sabbioso e melmoso del mare, hanno il colore del fondo stesso; e gli esempi si potrebbero moltiplicare. È stato distinto anche un *mimetismo di stagione*, come si verifica, ad es., per l'*Ermellino* (fig. 53), che d'estate ha il pelame di colore rossiccio, proprio delle rocce, e d'inverno è di un bianco candido come le nevi in mezzo alle quali vive.

Alcuni animali cambiano di colore facilmente e rapidamente adattandosi al colore dell'ambiente. Così è noto il *Camaleonte* fra i Rettili; le *Seppie* fra i Molluschi; tale cambiamento avviene per la presenza nella pelle di speciali cellule (*cromatofori*) contenenti un pigmento sensibile alla luce e alle variazioni luminose.

Vi è un'altra forma di mimetismo, consistente nel fatto che alcuni animali somigliano ad altri tanto che possono essere facilmente confusi con essi (*mimiory*). Così alcuni *Ditteri* (Mosche) somigliano a *Imenotteri* (Api, Vespe); però con la differenza che mentre i primi sono esseri innocui, i secondi sono formidabilmente armati e

Fig. 439. – *Phyllium pulchrifolium*.
(Un pò più piccolo della grandezza naturale).

temuti. Vi sono Ragni che imitano le Formiche. Che significa tutto ciò? L'interpretazione più naturale di questi fatti è che il mimetismo giovi alla specie in quanto la protegge dai suoi nemici (*mimetismo protettivo*) o la aiuta nell'assalire la preda (*mimetismo aggressivo*), giacchè un animale il cui colore si confonde con quello dell'ambiente sfugge più facilmente agli assalitori e rende più temibile l'agguato. E così anche un animale senza mezzi propri di difesa che somiglia ad un altro, fornito invece di veleni od altre armi temibili, verrà più facilmente lasciato in pace di uno non fornito di questa facoltà di simulazione.

Ma come spiegare la mirabile perfezione di questi adattamenti particolari? Torneremo sull'argomento a proposito della *teoria* della evoluzione.

Ambiente degli organismi. – Abbiamo già avuto occasione di parlare, nella descrizione dei singoli animali, del *parassitismo* e dei *parassiti*.

Molti di questi vivono dentro il corpo di altri organismi e quindi in un ambiente specialissimo al quale devono essere particolarmente adattati. Si ricordi ad es., il *Verme solitario* che vive, da adulto, nella cavità intestinale dell'uomo. L'animale non ha bocca e si nutre per osmosi del contenuto alimentare che si trova nell'intestino, non ha organi locomotori, ma ventose e uncini con i quali si attacca alle pareti dell'intestino stesso, non ha organi di senso visivi, uditivi, olfattivi; ha invece uno sviluppatissimo apparato riproduttore, quindi produce una quantità enorme di uova, ciò che sta in relazione col ciclo biologico complicato che esige la presenza di un ospite intermediario (il maiale), affinchè il ciclo si compia e la conservazione della specie sia assicurata.

Questi caratteri (struttura particolare del corpo, grande prolificità accompagnata per lo più da ermafroditismo, organi di attacco e di adesione, in luogo di arti locomotori, mancanza di certi organi di senso specifici, cicli biologici più o meno complessi) sono propri in generale degli endoparassiti. Le trasformazioni subìte dal parassita possono essere talvolta così profonde che non si riuscirebbe a capire nemmeno di che animale si tratta se non soccorresse l'indagine sullo sviluppo e sulle forme larvali di esso. La *Sacculina carcini* è un Crostaceo che vive parassita di un altro Crostaceo — un Granchio — nel corpo del quale penetra a poco a poco, riducendosi ad una massa informe che sporge in parte fuori dell'addome come fosse un tumore. Se non sapessimo che prima di diventare adulta la Sacculina passa attraverso le forme larvali di *Nauplius* e di *Cypris* non la riconosceremmo certo per un Crostaceo.

E così dicasi per la *Fasciola hepatica*, per la *Trichina*, per l'*Acaro della scabbia*, dei quali già dicemmo nella Sistematica.

Relazione fra gli animali.

Se noi ci domandiamo ora per quali ragioni e per quali cause questo fatto generale dell'adattamento all'ambiente si sia prodotto negli animali, non potremmo rispondere che invocando la *lotta per la vita* e la *variabilità* degli organismi. La vita è una continua conquista e una continua lotta. Lotta per difendersi dal clima e dalle altre condizioni fisico-chimiche dell'ambiente; lotta per procurarsi il nutrimento; lotta per difendersi dai nemici; lotta per assicurarsi una discendenza che mantenga la continuità della specie. Se gli esseri viventi non sono bene co-

razzati e bene armati contro queste continue cause che tendono a sopprimerli, facilmente soccombono. Ma la natura provvida ha dato ad ogni essere vivente, insieme col dono della vita, anche la possibilità di difesa, e non v'è organismo animale o vegetale che non abbia, sia per la organizzazione generale, sia per quella particolare, le sue armi, i suoi mezzi speciali di difesa e di offesa: *armi dirette*, come ad es., i denti aguzzi e taglienti, gli artigli possenti, gli aculei velenosi, la forza muscolare, l'agilità e la destrezza ecc., *armi indirette* se si tratta di

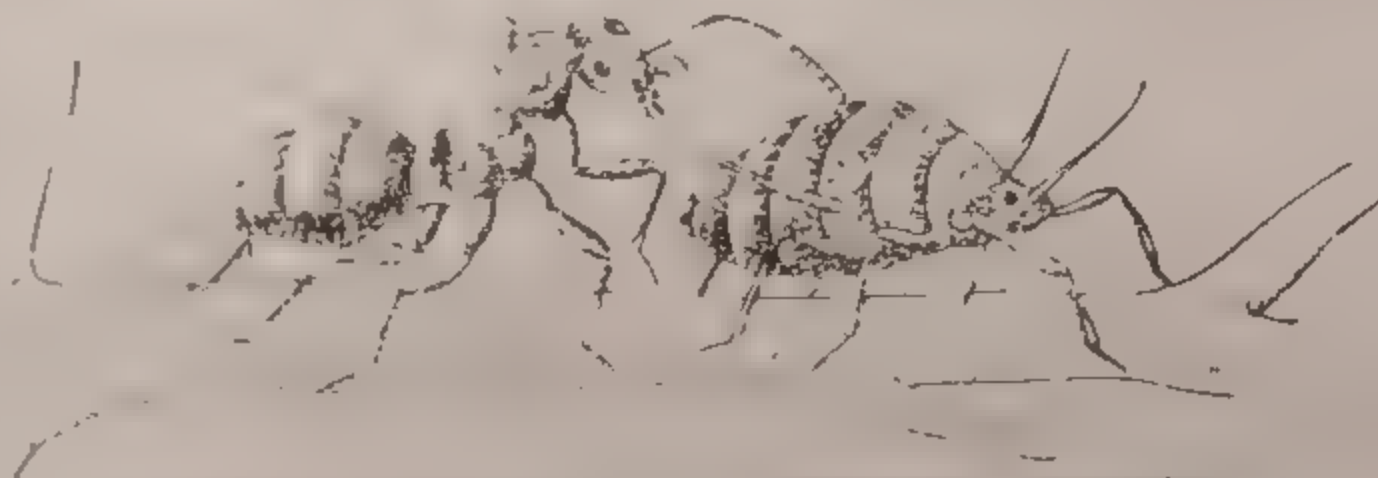



Fig. 440. – Formica ed Afide (Fortemente ingranditi).

associazioni, di *simbiosi*, di *mutualismo*, di *parassitismo*. In conseguenza di questa lotta si stabiliscono infinite e molteplici relazioni fra gli esseri viventi; in conseguenza di questa lotta si determinano spostamenti e migrazioni degli animali; in conseguenza di questa lotta si affinano le armi e si perfezionano gli istinti; in conseguenza di questa lotta infine gli organismi sono soggetti a *variare* e si *adattano all'ambiente* in cui vivono.

Fig. 441. – Due Oloturie che ospitano un Fierasfer.
A sinistra: l'ospite in procinto di entrare; a destra: sta uscendo.

Associazione di animali della stessa specie. – Poichè è noto che l'unione fa la forza, alcuni animali della stessa specie provvedono a rendersi maggiormente agguerriti nella lotta per la vita *associandosi* fra loro sia *temporaneamente*, sia *permanentemente*. *Associazioni temporanee* sono, ad es., quelle costituite dai branchi di Lupi che in circostanze difficili della vita vanno a caccia di grosse prede. Spesso avviene che alcuni individui di un branco vengano scelti come *sentinelle* per dare l'allarme a tutti gli altri in caso di pericolo. Così fa il *Cane delle praterie* (un rosicante americano): così fanno i *Camosci* e le *Marmotte* sulle Alpi. Le sentinelle servono anche a dirigere il volo in quegli Uccelli che, come le *Gru*, avanzano in forma di triangolo col vertice in avanti. Associazioni temporanee, ma che durano però una intera stagione, sono quelle di alcune Api, come, ad es., i *Bombi*.

Fig. 442.
Phronima sedentaria nell'interno di una colonia di Pirosoma che ha trasformato in una piccola botte trasparente avendo divorato tutti gli individui della colonia. Ingrandita).

A primavera una femmina del Bombo depone le uova in un nido sottoterra fra i muschi e le erbe, dalle quali uova nascono le larve, si formano le crisalidi, e ne escono le operaie che lavorano insieme con la madre ed ingrandire la loro dimora comune; ma quando sopraggiunge l'inverno, la società si scioglie per la morte delle operaie e solo rimane qualche femmina fecondata a svernare sotto le pietre

Fig. 443. – Paguro e Attinia.

e i muschi, in attesa di fondare una nuova colonia l'anno seguente.

Questo accade anche per altre Api e per le Vespe che formano società a tipo *collettivista.*

Società permanenti sono quelle invece dell'*Ape comune*, delle *Formiche*, delle *Termiti*. Queste società sono costituite da individui di forma diversa e sono sempre a tipo *collettivista* o *comunista*, giacchè gli individui (*neutri, soldati, regine*) sono conformati in modo da essere utili soltanto alla comunità, e dividono fra loro il lavoro fisiologico.

Fig. 444. *Myrmecodia tuberosa* delle Molucche. Tubero aperto.

Associazioni fra animali di specie diverse. – Associazioni di questo tipo possono essere di grado diverso e sono indicate coi nomi di *commensalismo, inquilinismo, mutualismo.*

Si dicono *commensali* quegli animali che partecipano del pasto di altri animali contentandosi dei loro avanzi, come avviene dei piccoli carnivori che seguono i grandi nelle medesime località, e come quelli che stanno nel cavo boccale delle balene e usufruiscono dei piccoli animaletti di cui queste si cibano.

Una forma speciale di commensalismo è quella degli *Afidi* con le *Formiche*, le quali *mungono* gli Afidi, essendo molto ghiotte di una secrezione zuccherina che, a richiesta della Formica, l'Afide segrega fuori dall'addome. Gli Afidi sono detti perciò anche *vacche delle formiche* (fig. 440).

Alcune specie vivono da *inquilini* nella cavità del corpo, o in parti di esso, di altre specie dove trovano rifugio. Tale è ad es., il *Fierasfer*, un piccolo pesciolino che si rifugia entro il corpo della *Oloturia* (fig. 441). Un inquilino non innocuo è

un piccolo Crostaceo pelagico (*Phronima*) (fig. 442), che col mantello di Tunicati del genere *Pirosoma* si foggia una abitazione in forma di barile trasparente.

Quando due specie associandosi risentono reciproco vantaggio si ha una *associazione mutualistica* o *simbiosi* in senso stretto. Tipica è l'associazione di un Crostaceo: il *Paguro bernardo*, detto comunemente *Bernardo l'eremita*, con le *Attinie* (fig. 443). Questo Crostaceo ha l'addome molle, e perciò indifeso. Per difenderlo esso si impadronisce a forza della conchiglia di un mollusco, mangiandone il legittimo proprietario, e introducendo quindi il suo addome nella conchiglia stessa. Poi sopra la conchiglia mette delle Attinie che stacca dagli scogli. In tal modo il vantaggio è reciproco, giacchè il Paguro così coperto si sottrae più facilmente alla vista dei suoi nemici; l'Attinia, che abitualmente è animale sedentario, venendo a essere portata in giro dal crostaceo trova più facilmente il modo di procurarsi il nutrimento.

Fig. 445. – Piante Mirmecofile dell'America.
Acacia spadicera. Ramo con spine cave: (*o*) apertura fatta dalle formiche che trovano ricetto internamente. *Acacia sphaerocephala* con foglie (*f*) e nettario extranuziale (*n*).

Altro esempio di simbiosi è quello di alcune Spugne (*Suberites*) con alcuni Granchi (*Dromie*) (fig. 425).

Associazione fra animali e piante. – Un esempio classico di queste specie di associazione è data dalle piante *mirmecofile* ossia «amanti delle Formiche». Queste piante sono fornite di *nettari extranuziali* che offrono alle Formiche sostanze zuccherine, e in compenso le Formiche proteggono la pianta dagli assalti di altri animali divoratori di foglie. I tuberi delle *Myrmecodia* malesi (fig. 444), le spine di alcune specie di *Acacie* sono trasformati in veri e propri formicai che ospitano e proteggono le Formiche (fig. 445).

Parassitismo. – Quando il vantaggio si ha solo per una delle due specie che vivono associate, e con danno dell'altra, si ha il vero e proprio *parassitismo*; un mezzo molto comodo per vivere senza lavorare, ma assai poco... onorifico.

Dei diversi Parassiti, delle loro trasformazioni, e del loro adattamento all'ambiente abbiamo già detto nella parte descrittiva. Ne riparleremo nell'IGIENE.

PARTE SECONDA

LA CELLULA E LE SUE PARTI

Dicemmo già fin dalle prime nozioni come gli organismi tutti abbiano una *struttura cellulare*, ossia i tessuti e gli organi che compongono il loro corpo risultino formati dalla unione di parti microscopiche chiamate *cellule*.

Vogliamo ora vedere un po' più da vicino come è fatta una cellula. Lo studio particolare della cellula viene chiamato *Citologia* e costituisce un ramo assai importante della Biologia, giacchè esso serve di base ad alcune teorie biologiche.

Forma e grandezza delle cellule. – Le cellule hanno forme svariatissime: ovali, rotonde, ramificate, stellate, poligonali, ecc. Le cellule libere hanno per lo più forma *sferica* o *lenticolare* (*globuli rossi* del sangue) o *ameboide* (*leucociti* o *globuli bianchi*); ma quelle riunite a tessuti, ammassandosi insieme assumono forme *poligonali* o *prismatiche*, oppure si allungano in diramazioni a forma di *fuso* o di *stella*.

Fig. 446. – Figura schematica di una cellula.
a) membrana; b) citoplasma; c) centrosoma; d) nucleo.

Quanto alle dimensioni si è già detto che queste sono in generale microscopiche, tanto che si usa come unità di misura il *Micron* — un millesimo di millimetro (che si indica con la lettera greca μ); ma talvolta le cellule assumono dimensioni assai maggiori, tanto che si possono vedere anche ad occhio nudo, come certi Protozoi, e si hanno anche cellule di dimensioni addirittura colossali, come il così detto *tuorlo* dell'uovo di gallina o, fra i vegetali, le *fibre* allungate della canapa e del lino che possono raggiungere fino qualche decimetro di lunghezza.

Le parti della cellula. – In una cellula tipica si possono distinguere le seguenti parti: una *membrana* avvolgente; una sostanza interna detta *citoplasma*; un *nucleo* posto dentro al citoplasma (fig. 446).

Membrana. – La membrana nelle cellule animali si riduce per lo più ad un condensamento periferico del citoplasma; essa è molto importante, perchè rende possibile il ricambio alimentare della cellula e gli scambi *osmotici* col mezzo ambiente e con le altre cellule.

Citoplasma. Aspetto e struttura. – In una cellula vivente, di regola il citoplasma si presenta come una sostanza trasparente, della consistenza di un fluido

viscoso. A forte ingrandimento e con mezzi speciali si sono potuti mettere in evidenza anche minutissimi granuli, ma più che altro questa struttura è stata studiata in cellule morte, preparate e colorate secondo le regole della tecnica microscopica. E si sono viste così varie strutture che hanno portato a formulare sulla costituzione morfologica del citoplasma tre ipotesi principali: quella del FLEMMING, quella dell'ALTMANN e quella del BÜTSCHLI.

Secondo il FLEMMING (*teoria fibrillare*) il citoplasma sarebbe costituito da *filamenti* o *fibrille* sottilissime immerse in una massa liquida interfilare (fig. 447).

Fig. 447. – Una cellula con protoplasma fibrillare (secondo FLEMMING).

Secondo l'ALTMANN (*teoria granulare*) si tratterebbe di un insieme di *granuli* sospesi in un fluido (fig. 448). L'ALTMANN chiamò questi granuli *bioblasti* perchè sarebbero essi veramente i portatori di vita, ossia la più elementare espressione della materia organizzata, la parte vivente del protoplasma, mentre la sostanza intergranulare non prenderebbe parte ai fenomeni vitali.

Fig. 448. – Struttura del protoplasma della cellula secondo la teoria granulare. (ALTMANN).

Secondo il BÜTSCHLI (*teoria alveolare*) il citoplasma avrebbe una struttura come di *schiuma*, con la parte fluida racchiusa in tanti alveoli, quale può essere data dall'unione di due liquidi non miscibili (ad es. acqua ed olio) formanti una fine emulsione (fig. 449).

Si nota dunque in generale la presenza di una sostanza solida e di una liquida: ma quale delle due si deve considerare come protoplasma fondamentale? Ed infatti i granuli e le fibrille potrebbero essere considerati come prodotti dell'attività della cellula, ossia come dei semplici *inclusi* protoplasmatici, e v'è anche chi li considera addirittura come *coagulazioni* e *precipitazioni* della massa citoplasmatica, che, essendo nè più nè meno che una soluzione *colloidale*, ha il comportamento dei colloidi nelle loro diverse fasi di *sol* e di *gel* (liquidi e solidi). Si capisce quindi come ci sia stato anche chi ha detto che il citoplasma non ha effettivamente nessuna struttura!

Fig. 449. Struttura alveolare del protoplasma, con vacuoli (secondo BÜTSCHLI).

Oggi si dà grande importanza ai così detti *mitocondri* (cioè granuli o filamenti), formanti nel loro insieme un *apparato mitocondriale*, che si vedrebbero anche nelle cellule vive, e presiederebbero alle funzioni speciali cui la cellula è adibita. Ci si ricollega così in certo modo alle vedute dell'ALTMANN, attribuendo ad essi il valore di *microorganismi* facenti parte integrante del protoplasma (PIERANTONI). Concludendo, allo stato attuale delle conoscenze, poco si sa sulla struttura del citoplasma e sul reale significato dei granuli

e delle fibrille, [illegible] è probabile che alcuni tra questi facciano veramente parte integrante del protoplasma.

Il citoplasma è di natura *colloidale*, cioè simile, per il suo aspetto e per il suo comportamento, alle *colle* e alle *gelatine*. Col calore infatti *coagula*, vale a dire si rapprende in una massa solida come fa l'albume d'uovo. La sua composizione chimica è molto complessa. Fondamentalmente però esso risulta formato da sostanze proteiche o *albuminoidi* (risultanti dalla combinazione di carbonio, azoto idrogeno, ossigeno, zolfo e altri elementi); da *idrati di carbonio* (zuccheri, amido) e da *grassi* (gli uni e gli altri derivati di solito dall'attività delle sostanze proteiche e rappresentanti più che altro prodotti di riserva), infine da *acqua* e da *sali minerali* diversi.

Il nucleo. – Il nucleo appare nella cellula come un corpicciuolo più denso del citoplasma, e in esso si distingue una membrana avvolgente detta *membrana nucleare* e un reticolo interno costituito da filamenti nelle cui maglie è un liquido. Lungo i filamenti, specialmente ai nodi delle maglie, vi sono dei granuli più o meno grossi di una sostanza detta *cromatina*, perchè facilmente colorabile.

Il nucleo ha nella cellula una importanza essenziale, sia perchè esso agisce come il centro che controlla le attività vitali della cellula stessa, attività soprattutto della nutrizione e del ricambio alimentare (giacchè si è visto che una porzione di citoplasma priva di nucleo non è più in grado di assorbire nutrimento e presto muore): sia perchè esso presiede ai fenomeni di *riproduzione* della cellula.

Nel nucleo si osservano spesso altri componenti detti *nucleoli*, alcuni dei quali sembrano funzionare probabilmente da serbatoi di materiale nutritizio (*plasmosomi*).

Centrosoma. – Nel citoplasma, generalmente in prossimità del nucleo, si trova un corpuscolo che si colora intensamente e che ha grande importanza nella divisione del nucleo, come si vedrà parlando della riproduzione indiretta della cellula. A questo corpuscolo è stato dato il nome di *centrosoma*. Esso è formato da un piccolo granulo centrale circondato da una massa di protoplasma più denso; al primo alcuni danno il nome di *centriolo*; al secondo di *centrosfera*.

CENNI SULLA SCOPERTA DELLA CELLULA E SULLA TECNICA MICROSCOPICA

La scoperta della cellula venne fatta soltanto cinquanta anni dopo l'invenzione del microscopio e si attribuisce al fisico Hooche (1665), il quale, osservando al microscopio una sottile laminetta di sughero, notò una struttura ad alveoli, quasi come *cellette* di un alveare e che chiamò *cellule*: ma non si trattava che di cellule vuote ed egli non comprese l'importanza della sua scoperta.

Fu veramente Marcello Malpighi (1671) che, esaminando diversi frammenti di vegetali, comprese il valore di questi elementi che egli descrisse come sacchetti a pareti rigide e pieni di liquido, dando ad essi il nome di *utricoli*.

Felice Fontana, nel 1781, scoprì poi entro la cellula un corpicciuolo caratteristico: il *nucleo*.

Ma fu solo con lo Schleiden per i vegetali e con lo Schwann per gli animali (1838) che fu stabilito il principio generale della costituzione cellulare di tutti gli organismi. Essi

credevano però che le cellule [illegible] della sostanza vivente per una specie di processo di *cristallizzazione*, ed ebbero quindi un concetto errato sulla vera natura della cellula. Soltanto in seguito agli studi del REMAK (1841), che scoprì il fenomeno della *divisione cellulare*, per cui da una cellula se ne originano due e da queste altre due, ecc., e a quelli del KOLLIKER e del VIRCHOW, che furono i fondatori della dottrina cellulare, si comprese essere la cellula un piccolo mondo vivente, un organismo per così dire in miniatura, e si comprese inoltre che ciò che aveva veramente importanza nella cellula non era la parete esterna o membrana avvolgente, ma il contenuto, cioè il *protoplasma*. Tutte le funzioni della vita esplica la cellula, e ogni cellula si origina da una cellula preesistente: «*Omnis cellula ex cellula*».

Fig. 450. — Cellule dell'epitelio pavimentoso della cavità orale. (Ingrandimento di 375 volte circa).

Per esaminare al microscopio le cellule di un tessuto animale e vegetale occorre prima *fissare* il frammento da esaminare, cioè uccidere e conservare il tessuto in modo da mantenerlo inalterato; e questo si fa mediante appositi *fissativi* (*alcool, sublimato corrosivo*, ecc.). Si procede poi all'*indurimento* (a meno che non si sia adoperato alcool come fissatore) e alla *disidratazione* (mediante alcoli), e quindi si passa alla *inclusione* in paraffina. Si ha così un blocchetto di paraffina contenente il frammento del quale si possono fare *sezioni sottili* mediante speciali apparecchi meccanici detti *microtomi*.

Le sezioni vengono quindi portate su di un vetrino *portaoggetti* e poi, per togliere la paraffina dalle sezioni, si adopera come solvente lo xilolo, nel quale si tengono circa mezz'ora i preparati. Dopo aver immerso ancora il porta-oggetti, con le sezioni, in alcool assoluto, alcool a 95°, alcool a 75° e acqua distillata, si può passare alla *colorazione*, al fine di mettere in evidenza le diverse e minute strutture. I colori usati sono varî (*carminio, azzurro di anilina, safranina, verde di metile*, ecc.) e il processo di colorazione è in alcuni casi un fenomeno fisico, in altri un fenomeno chimico. Si distinguono i coloranti *acidi* e quelli *basici*; questi hanno in genere affinità per il nucleo (che ha carattere acido); quelli per il citoplasma (a carattere basico). Si può usare una sola o due colorazioni.

Terminata la colorazione si disidrata ancora e si copre infine il preparato con un vetrino *copri-oggetti* applicato mediante una resina che è generalmente il *balsamo del Canadà* (estratto da una conifera: *Abies balsamica*). In tal modo il preparato è chiuso e si può conservare a lungo.

Fig. 451. — Globuli sanguigni (Rospo) (Ingranditi circa 250 volte).

Naturalmente la tecnica varia secondo ciò che si vuole esaminare, ciò che si vuole mettere maggiormente in evidenza, ecc. Un buon *microscopio composto* dà ingrandimenti fino a 4000 diametri e più; ma si possono ottenere ingrandimenti diversi cambiando opportunamente oculari ed obiettivi, usando obiettivi speciali, detti *ad immersione*, ecc. Per osservazioni comuni è sufficiente un ingrandimento di 200 diametri.

È evidente che in questo modo noi esaminiamo delle cellule *morte* perchè è stato osservato che le sostanze e le strutture di cui è composta la cellula viva possono avere subito, anche per effetto di queste varie manipolazioni, dei cambiamenti tali da non corrispondere più a quelle possedute dalla cellula viva, tanto più che, come abbiamo detto, la massa protoplasmatica è di natura essenzialmente colloide. Però, a parte il fatto che l'esame delle cellule *in vivo* presenta grandi difficoltà tecniche, si è esagerato indubbiamente in questa critica distruttiva perchè *certe formazioni caratteristiche devono essere tali indubbiamente anche nella cellula viva*. E infatti esistono oggi metodi che consentono l'esame di tessuti viventi (*colorazioni vitali*, *coltura dei tessuti* fuori degli organismi, *micromanipolatori*) i quali hanno contribuito assai alla conoscenza delle minute strutture cellulari.

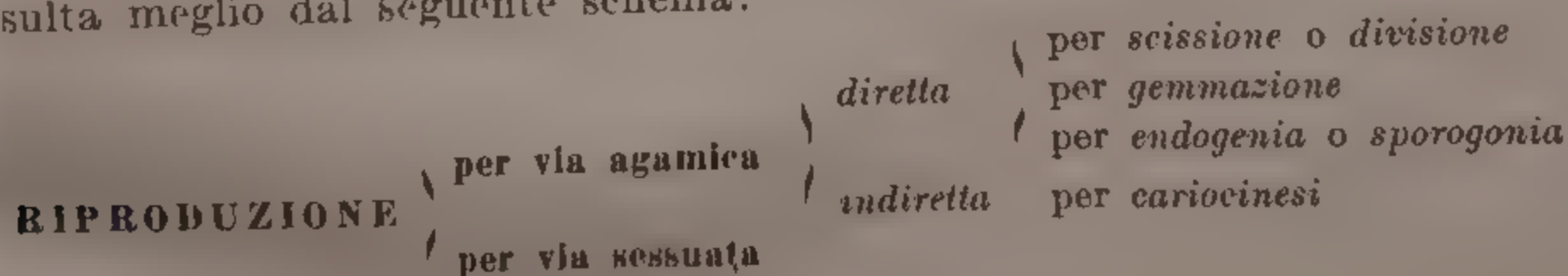
Senza ricorrere a tutta questa tecnica che esige mezzi a propria disposizione e tempo e pazienza, consigliamo agli studenti, ove sia loro possibile, di fare qualche *esame a fresco*, ad es., strofinando leggermente un pennellino nella mucosa boccale di un animale e deponendo la piccola quantità di materiale raccolto in una goccia di soluzione di sale comune allo 0.75 %, posta su un vetrino porta-oggetti; vedranno così, al microscopio, alcune cellule dell'epitelio pavimentoso (fig. 450). Un tessuto epiteliale, con cellule distinte, si può vedere eseguendo delle *spellature* su giovani e fresche foglie di giaggiolo. Una goccia di sangue, ottenuta dalla puntura di un dito (prima disinfettare!) o prelevata dal sangue di un animale, e posta pure in soluzione di cloruro di sodio farà vedere i globuli rossi. La fig. 451 rappresenta dei globuli rossi di sangue di Rospo.

La riproduzione della cellula.

Le varie forme di riproduzione nelle cellule. – La riproduzione delle cellule avviene o per via *agamica* o per via *sessuata*.

Nella riproduzione agamica da una cellula sola si originano cellule figlie che diventano poi, accrescendosi, simili alla cellula madre.

La riproduzione agamica può essere *diretta* e *indiretta*. La diretta a sua volta si distingue in riproduzione per *scissione* o *divisione*; per *gemmazione*; per *endogenia* o *sporogonia*. L'indiretta viene anche chiamata per *cariocinesi*. Tutto ciò risulta meglio dal seguente schema:

RIPRODUZIONE	**per via agamica**	*diretta*	per *scissione* o *divisione*
			per *gemmazione*
			per *endogenia* o *sporogonia*
		indiretta	per *cariocinesi*
	per via sessuata		

Riproduzione agamica diretta.

Scissione o Divisione. – È la più semplice forma di riproduzione, poichè consiste nel fatto che il nucleo si allunga, si strozza nella parte mediana fino a separarsi in due parti; mentre in seguito si divide pure il citoplasma e si riforma una nuova membrana per ciascuna cellula così generata (fig. 452).

Questa forma di riproduzione è detta anche di *Moltiplicazione* perchè da una cellula se ne possono avere molte altre e in tempo relativamente breve; ed è ciò che si osserva, ad es., nei Protozoi, nei quali una così fatta riproduzione è assai diffusa.

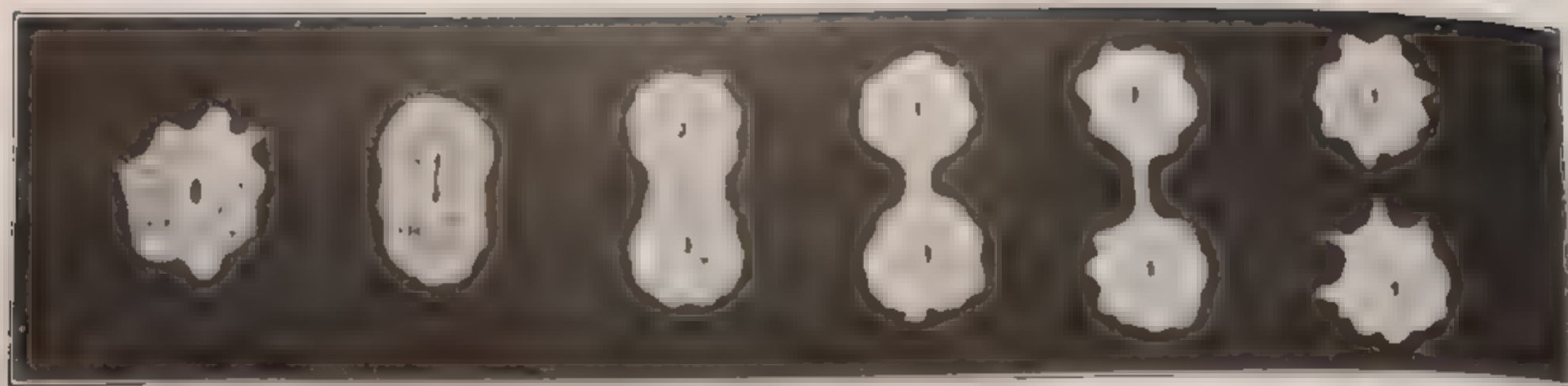



Fig. 452. – Ameba che si riproduce per scissione. Fasi successive.

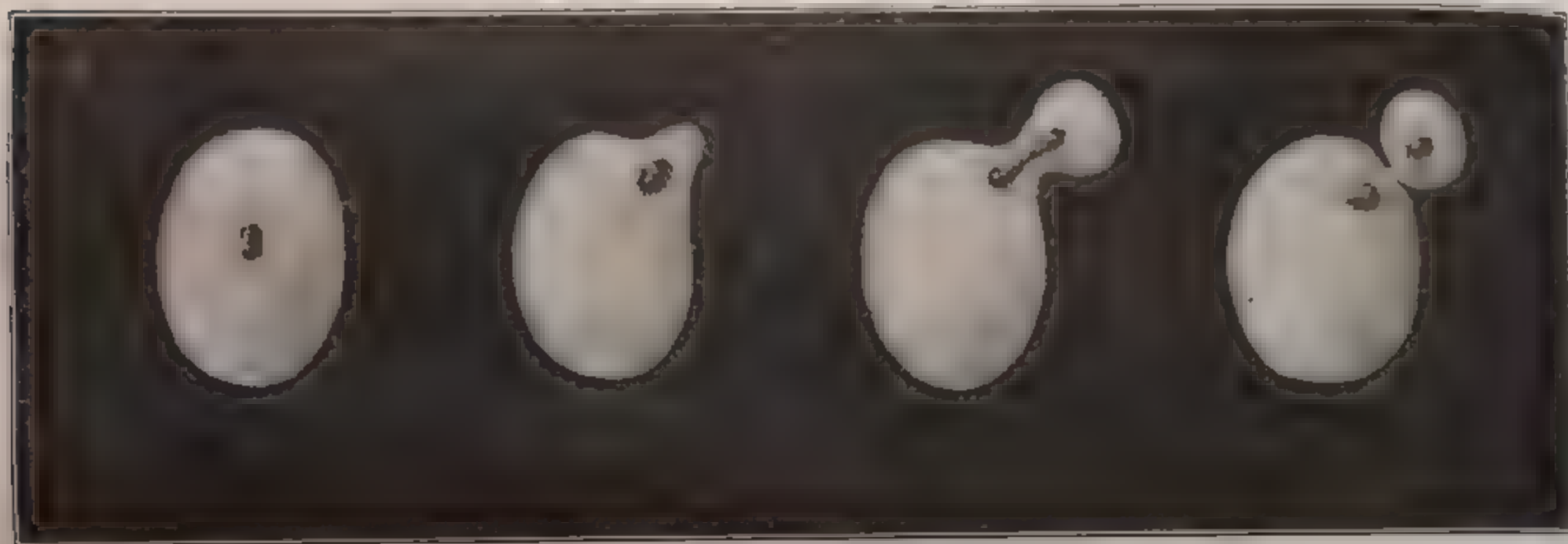



Fig. 453. – Riproduzione per gemmazione.

Gemmazione. – La riproduzione per gemmazione consiste in questo. Nella cellula madre si forma una protuberanza da una parte, una specie di gemma, nella quale emigra una parte del nucleo. Questa gemma poi ingrandisce, si strozza nel punto di unione e si distacca, divenendo simile alla cellula madre (fig. 453).

Endogenia o Sporogonia. – Entro la cellula madre il nucleo si divide in due, poi da questi se ne formano quattro, da questi otto, e così di seguito. Ciascun nucleo si circonda di una porzione di citoplasma e si forma una membrana; in altre parole si formano numerose cellule figlie entro il corpo della cellula madre (dette anche *spore*, onde il processo è conosciuto anche col nome di

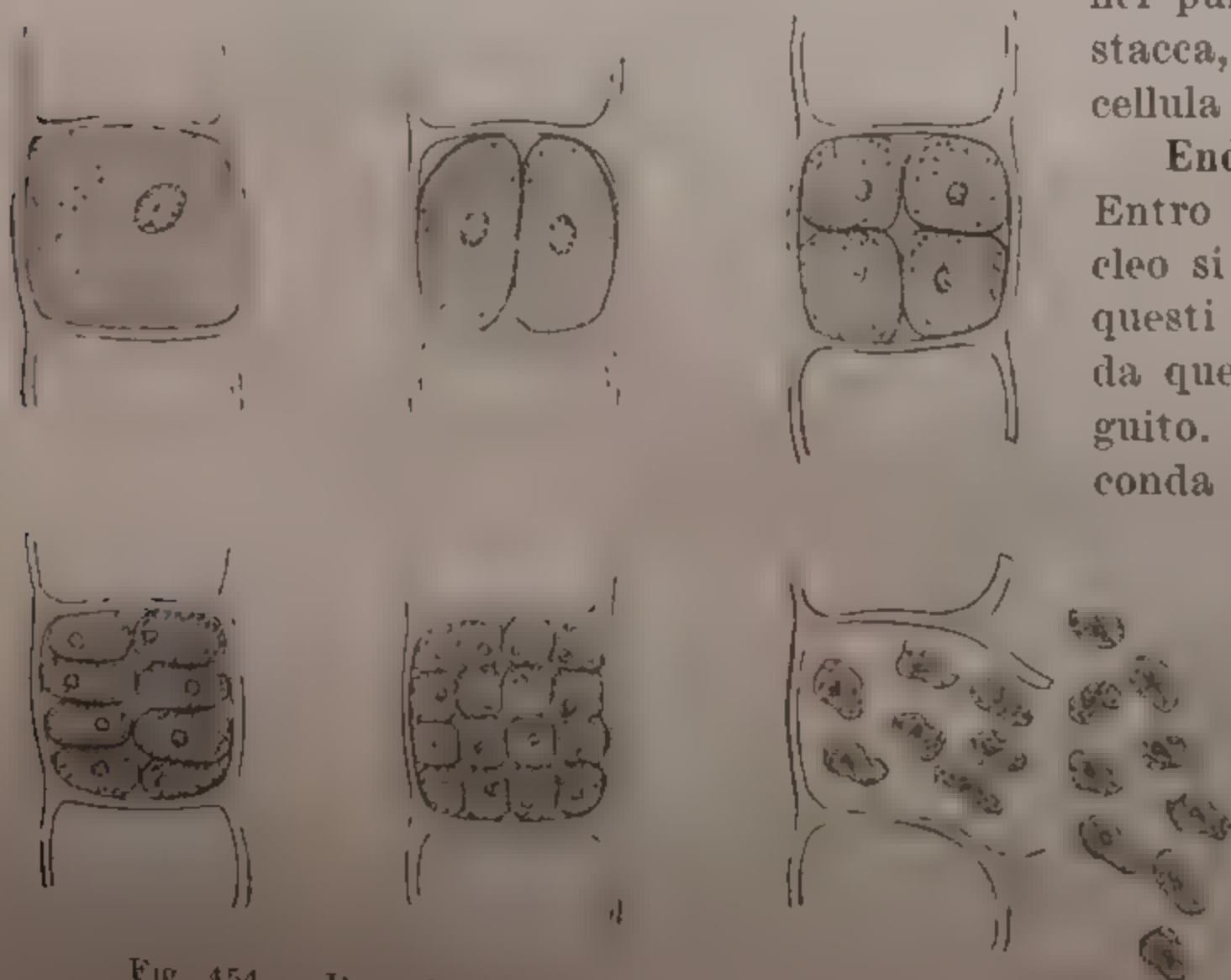



Fig. 454. – Riproduzione per sporogonia. Fasi successive.

sporogonia) e quando la membrana della cellula madre si scioglie o si rompe, le [illegible]

È questa una forma di riproduzione che si osserva, ad es., in alcuni Protozoi (detti perciò Sporozoi), ma è specialmente diffusa nelle piante.

Riproduzione agamica indiretta.

Cariocinesi (fig. 455). – La riproduzione *indiretta* o per *cariocinesi* è più complicata delle precedenti, *ma è la più diffusa negli animali e vegetali superiori.*

Essa avviene così: il nucleo della cellula, quando la cellula si dispone a riprodursi, subisce da principio una specie di rimaneggiamento interno, per cui la sua cromatina si risolve in granuli che si raccolgono su di un filamento raggomitolato su sè stesso a guisa di matassa (o *spirema*). Quindi il filamento si divide in tanti piccoli frammenti, per lo più allungati e nastriformi, fatti di cromatina e che sono detti *cromosomi*. Durante gli ultimi stadi della formazione dei cromosomi avvengono però importanti trasformazioni. Il nucleo è andato allungandosi e assumendo a poco a poco la forma di un fuso alle cui due estremità assottigliate si trovano due corpiccioli caratteristici: i *centrosomi*. Essi derivano dal primitivo centrosoma, che noi dicemmo già trovarsi nel citoplasma vicino al nucleo, per divisione di esso in due, e successiva trasmigrazione di uno dei due al polo opposto del fuso cariocinetico; divisione che si verifica fin da principio, allorchè cominciano a formarsi i cromosomi entro al nucleo.

Attraverso il nucleo da un centrosoma all'altro si forma un fascio di fibre protoplasmatiche e intorno ad ogni centrosoma si vedono pure delle fibre disposte come raggi intorno adesso (*aster*), ottenendosi una figura che ricorda quella prodotta dai due poli di una calamita sopra della limatura di ferro (*linee di forza*).

Fig. 455. – Riproduzione per cariocinesi. Fasi successive.

Nel centro di questo fuso, ossia nella sua regione equatoriale più larga, vanno a disporsi intanto i cromosomi disponendosi come nella fig. 455. In seguito ognuno dei suddetti cromosomi si divide *longitudinalmente* in due, cosicchè il loro numero si *raddoppia*, e una metà di essi emigra verso un polo e l'altra metà verso l'altro polo del fuso cariocinetico (fase di *diaster*).

Giunti ai rispettiv[illegible] si ricostituiscono ancora in una massa unica (fase di *d*[illegible] nucleo; le fibre del fuso diventano indistinte, il citop[illegible] comincia a dividersi a sua volta, e in breve si ricostituiscono due cellule da una cellula unica.

Questo è in generale il processo della divisione così detta *mitotica* o *cariocinetica* che possiamo seguire sotto la lente del microscopio, giacchè esso non dura che breve tempo (generalmente si compie in un'ora o poco più) [1], e che conduce a formare da una sola *cellula uovo* in via di divisione i milioni di cellule che compongono l'intero organismo di un metazoo! È una divisione cioè che porta ad una *moltiplicazione* cellulare!

Riproduzione sessuale.

La *riproduzione sessuale* differisce dalla riproduzione *agamica* perchè si compie col concorso di *due* cellule diverse sessualmente: la cellula *maschile* o *spermatozoo* e la cellula *femminile* o *cellula uovo*, i cui nuclei, fondendosi insieme, per l'atto detto della *fecondazione*, formano un *nucleo unico* e permettono alla cellula fecondata di formare poi un nuovo essere vivente.

È naturale chiedersi: come mai questi complicati cambiamenti nella cariocinesi, dal momento che è assai più semplice aversi due cellule da una sola con la divisione della cellula in due?

Abbiamo detto che i cromosomi si dividono longitudinalmente ciascuno in due. Ora quale ne è la conseguenza? Se i cromosomi sono in *numero determinato* nella cellula, è evidente allora che il loro sdoppiamento *mantiene lo stesso numero della cellula madre nelle due cellule figlie*. Infatti se essi erano supponiamo in numero di otto nella cellula madre, in seguito allo sdoppiamento diventano sedici; ma poi otto emigrano ad un polo e gli altri otto all'altro polo; ossia si formano due nuclei con otto cromosomi ciascuno.

Ora si è osservato che il numero dei cromosomi è costante e determinato per una determinata specie. Così, ad es., nel cane questo numero è di 22; nel gatto 36; nella mosca domestica 12; nel verme *Ascaris* 4; nell'uomo 48, ecc. Questo numero si mantiene costante; ma quale ne è il significato? Si ammette oggi che questi cromosomi siano proprio essi *i portatori dei caratteri ereditari*; cosicchè se una specie animale o vegetale, riproducendosi, dà luogo ad individui che conservano i caratteri della specie da cui derivano, questo si deve ai cromosomi che sono i portatori di questi caratteri e il cui numero quindi deve mantenersi immutato da una generazione all'altra. Ma poichè in realtà i caratteri di un individuo sono in numero grandissimo e il numero dei cromosomi è limitato, si ammette anche che ogni cromosoma rappresenti una *collezione* o *reparto* in cui si contengono in grande quantità queste *unità* che portano i caratteri, alle quali unità si è dato il nome di *portacaratteri*, o *geni*, o *fattori*, e che non si vedono al microscopio come non si vedono le molecole e gli atomi, ma dei quali è necessario ammettere l'esistenza, onde spiegare diversi altri fenomeni il cui studio interessa soprattutto la nuova scienza biologica: la *Genetica*.

Nella fecondazione poi, per quello che abbiamo detto più sopra, riguardo ai cromosomi, si dovrebbe avere evidentemente un raddoppiamento nel numero dei cromosomi stessi e quindi anche nelle cellule del nuovo organismo derivato dalla cellula uovo. Questo però non si verifica perchè nelle cellule sessuali o *gameti*, si ha effettivamente soltanto

---

[1] Si prestano bene a queste osservazioni ad es. le uova di certi vermi *Nematodi* (come quelle dell'*Ascaris megalocephala*).

la metà del numero normale di cromosomi che si osservano nelle cellule del corpo o *soma-*
tiche; giacchè la loro cellula madre rispettiva, dividendosi, non raddoppia il numero dei
cromosomi, bensì li conserva interi e quindi li ripartisce per metà in una e per metà nel-
l'altra delle due cellule figlie. Si è dato il nome di *divisione riduzionale* a questa divisione
che caratterizza la formazione dei gameti, mentre si chiama *divisione equazionale* quella
che domina nei comuni processi di moltiplicazione cellulare.

Nella fecondazione dunque si ha il ricostituirsi del numero normale di cromosomi; con la differenza però che vi sono cromosomi di origine *materna* e di origine *paterna*. Se tanto gli uni che gli altri, oltrechè in numero, sono anche sostanzialmente uguali, si ha un nucleo detto *omozigote* (chiamasi *zigote* il germe derivato da questa unione) o *puro sangue*; se hanno qualche carattere diverso si ha un nucleo detto *eterozigote*, ossia si ha un *ibrido*.

I tessuti.

Abbiamo visto che esistono degli organismi formati da una cellula sola, e in questo caso l'unica cellula deve adempiere a tutte le principali funzioni vitali: nutrizione, respirazione, sensibilità, movimento, riproduzione.

Fig. 456. Tessuto epiteliale pavimentoso. (Ingrand. 700 volte circa).

Diverso invece è il comportamento delle cellule in un organismo *pluricellulare* nel senso che la cellula, pur compiendo tutte le principali funzioni vitali, si specializza per così dire in una determinata funzione, unendosi ad altre simili ad essa, per formare dei gruppi cellulari particolari. Così mentre alcuni gruppi assumono piuttosto la funzione *protettiva* e sono situati all'esterno, altri gruppi assumono la funzione di *connettere* e *sostenere* le diverse parti, altri la funzione di *movimento*, ecc. Si viene in altri termini a stabilire una *divisione del lavoro* che torna utile all'organismo intero, e tanto più utile quanto più questo va complicando la sua struttura.

Si originano così i *tessuti* che possiamo definire come *«aggruppamenti di cellule, in generale simili fra loro per la forma, e atte a compiere la medesima funzione»*.

Fig. 457. Epitelio cilindrico dell'intestino di Rana. *a*) ghiandole unicellulari. (Ingrand. 1100 volte circa).

I principali tessuti che entrano a far parte degli organismi animali sono i seguenti: *tessuto epiteliale*; *tessuti connettivi*; *tessuto muscolare*; *tessuto nervoso*. I tessuti *connettivi* si distinguono a loro volta in *tessuto connettivo propriamente detto*, *tessuto cartilagineo*, *tessuto osseo*, *tessuto adiposo*. Il tessuto epiteliale ha essenzialmente funzione protettiva degli altri tessuti situati nell'interno del corpo; i tessuti connettivi servono, come dice il nome, a connettere fra loro gli altri tessuti, o adempiono funzioni di sostegno, come il tessuto osseo, o rappresentano una riserva di grasso utile all'organismo, come il tessuto adiposo; il tessuto musco-

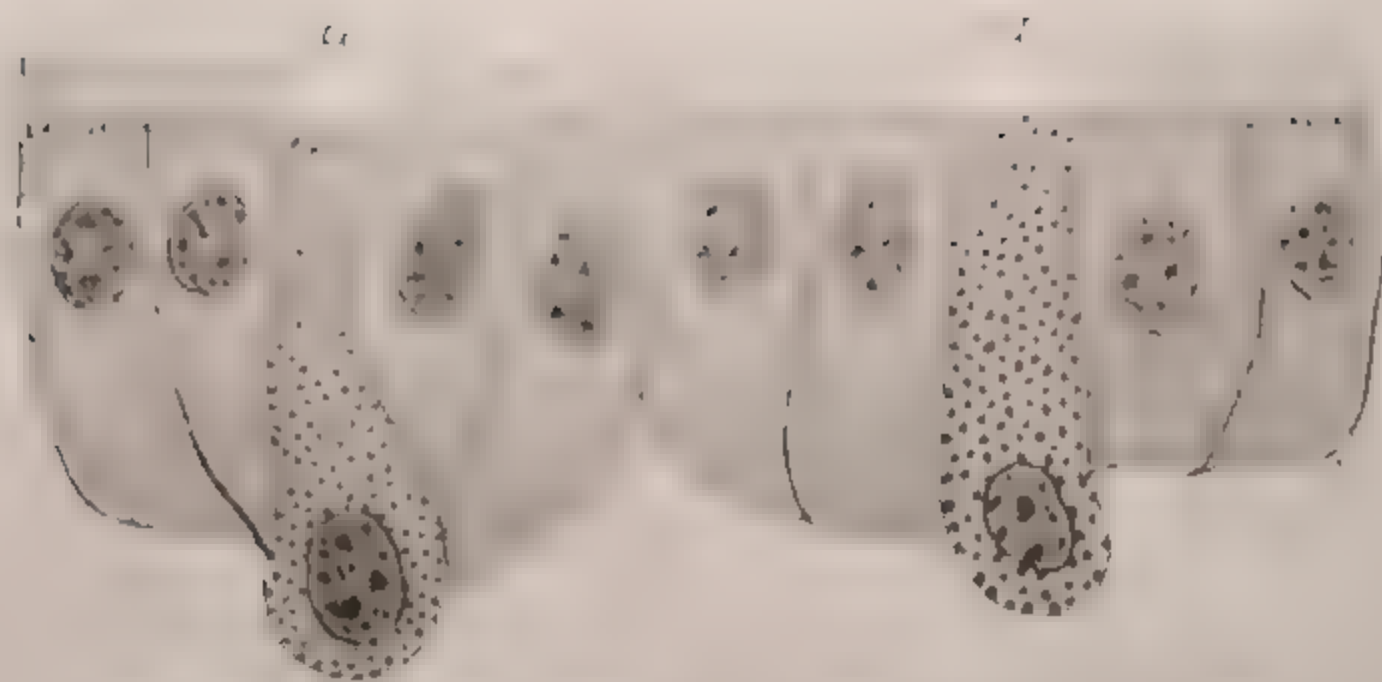



Fig. 458. — Epitelio cilindrico vibratile (palato di Rana). (Forte ingrandimento).
a) ghiandole unicellulari.

lare presiede ai movimenti; il tessuto nervoso alla sensibilità. Alcuni considerano come tessuti anche il *sangue* e la *linfa*, ma noi li descriveremo a parte.

Vediamo intanto più particolarmente queste varie specie di tessuti.

Tessuto epiteliale. – È questo, come abbiamo detto, il tessuto che ha primitivamente semplice funzione di *rivestimento* e protezione degli altri tessuti. Però esso non si trova soltanto nelle parti esterne del corpo, ma anche nelle cavità interne, siano esse in comunicazione con l'esterno (bocca e cavità dello stomaco e dell'intestino, ad esempio), oppure non comunichino con l'esterno (ad es., l'interno dei vasi sanguigni); in quest'ultimo caso prende però piuttosto il nome di *endotelio*.

Fig. 459. — Schema di epitelio piatto a più strati.

Inoltre notiamo anche che gli epiteli, oltre che servire di *rivestimento*, possono anche assumere altre funzioni, quali quelle *escretorie* e *secretorie*, dando origine a *ghiandole* (*epiteli ghiandolari*), a epiteli con funzioni *sensoriali* (*epiteli sensori*), e infine a epiteli con funzioni *assorbenti* (*epitelio intestinale*).

Come è fatto un tessuto epiteliale di rivestimento? Se noi esaminiamo al microscopio, ad es. un frammento della mucosa che riveste la cavità boccale, noi vediamo delle cellule aventi forma *poligonale* e *appiattite* quasi fossero mattonelle di un pavimento.

Fig. 460. — Strato superficiale di epidermide di Lampreda. (Visto al microscopio).
a) orlo cuticolare striato; b) inspessimenti basali delle strie cuticolari; c) cellule.

In generale i tessuti epiteliali sono costituiti da cellule aventi per lo più forme regolari (cubiche, esagonali, prismatiche) e accostate le une alle altre, cioè riunite da poco o punta sostanza intercellulare; ma si osservano anche dei *sincizi* (fusione di più cellule fra loro) e ponti protoplasmatici di connessione.

Vi sono varie specie di epiteli: *epitelio pavimentoso*, come nell'esempio sopraddetto, quando cioè le cellule hanno l'aspetto di pietre da selciato (fig. 456); *epitelio cilindrico*, se le cellule che lo costituiscono sono cilindriche o prismatiche (fig. 457);

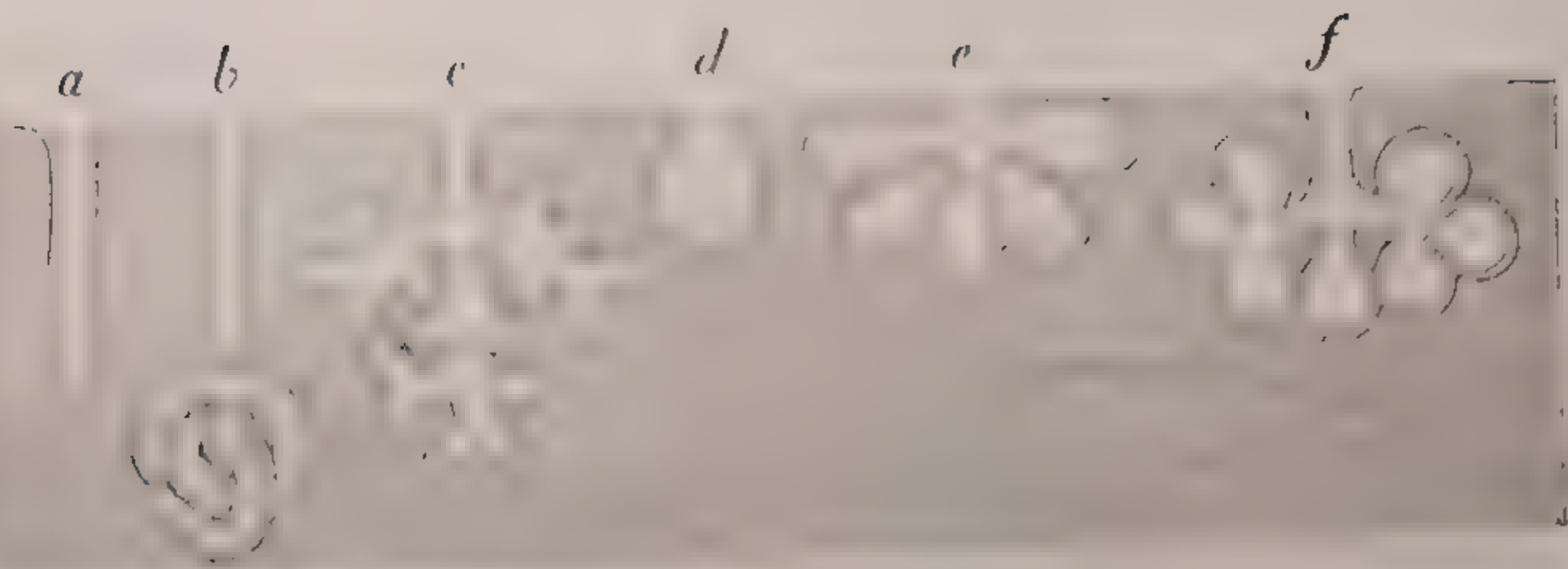



Fig. 461. – Ghiandole tubolari. (schematico)

a [illegible] *d* acino[illegible]; *e, f* [illegible] composta (a grappolo).

epiteli cibrati (fig. 158), se le cellule sono munite di una o più *ciglia*, ossia espan-
sioni filiformi del citoplasma che vibrano spontaneamente e adempiono allora a
funzioni speciali, come si hanno, ad es., nella laringe e nella trachea, per cui
particelle di muco o di corpi estranei vengono espulsi al di fuori.

Gli epiteli possono essere *monostratificati* (pleura, pericardio, peritoneo), cioè fatti di un solo strato di cellule, o *pluristratificati*, cioè fatti di più strati (epidermide dei mammiferi) (fig. 159). Inoltre le cellule epiteliali possono secernere una membrana alla superficie libera detta *cuticola* (fig. 160), qualche volta sottile e non appariscente, più spesso densa e robusta, come la membrana *chitinosa* che riveste il corpo degli insetti, o il così detto *dermascheletro* dei Crostacei e di altri animali.

Negli epiteli a strati multipli le cellule più superficiali prendono a poco a poco una consistenza *cornea* trasformandosi in *cheratina* (unghie, corna, ecc.). Nella pelle dell'uomo e di altri vertebrati le cellule più superficiali sono trasformate in scagliette morte (forfora dei capelli, ad es.) e sono sempre rinnovate dagli strati cellulari più profondi o strati di cellule vive rigeneratrici.

GHIANDOLE. – In molti casi le cellule epiteliali, anzichè esercitare una semplice funzione di rivestimento, elaborano delle sostanze speciali che riversano poi all'esterno o entro cavità o qualche volta direttamente nel sangue; diventano cioè delle cellule secernenti, dando origine a *ghiandole*, la cui importanza per l'organismo è massima e il cui numero è pure grandissimo. Talora si tratta di una cellula sola (ghiandole *unicellulari*) che assumono la forma di calice e secernono un muco trasparente o sono piene di granuli di secreto; più spesso si tratta di una parte del tessuto epiteliale di rivestimento che si invagina e si approfonda, come un dito di guanto, negli strati sottostanti e dà origine ad una ghiandola *pluricellulare*. Questa può essere *tubolare* se ha la forma di un tubo, o *acinosa* se si dilata nel suo fondo a guisa di acino d'uva; e dicesi *tubulare semplice* se consta di un unico tubo, o *composta* se il tubo è ramificato in altri tubi minori; così pure *acinosa semplice* e *composta*; in quest'ultimo caso essa prende la forma di un grappolo d'uva e dicesi perciò *ghiandola a grappolo* (fig. 461).

Di qualunque forma essa sia, si nota che il fondo della ghiandola secerne le sostanze elaborate, mentre le cellule dell'epitelio costituenti il *lume* o *canale* della

ghiandola [illegible] portando questa sostanza elaborata all'esterno verso [illegible] stessa, e perciò le cellule sono per lo più munite [illegible] Tali sono, ad es., le *ghiandole sudoripare* che secernono il sudore e sono abbondanti nella pelle; le *ghiandole gastriche* dello stomaco; le *ghiandole mammarie* che secernono il latte; le *ghiandole salivari*, ecc.

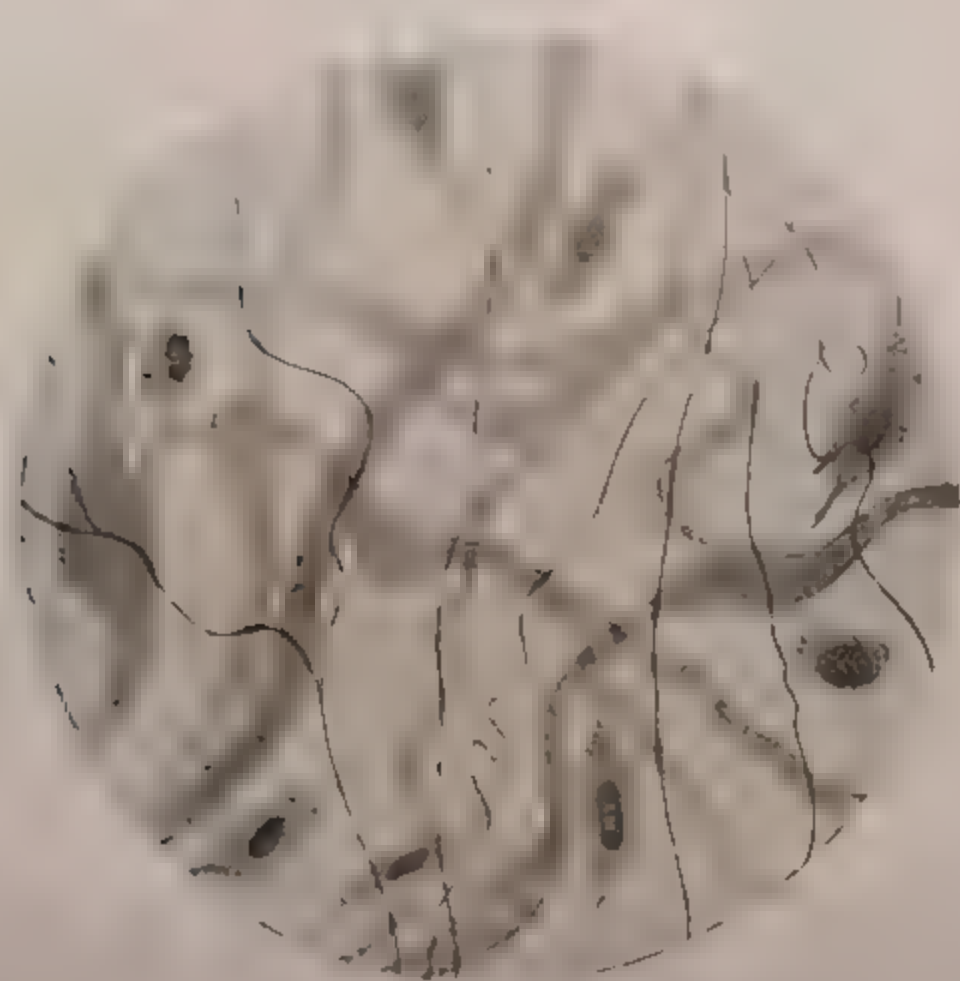



Fig. 462.
Esempio di connettivo fibrillare lasso.
(Ingrandimento 300 volte circa).

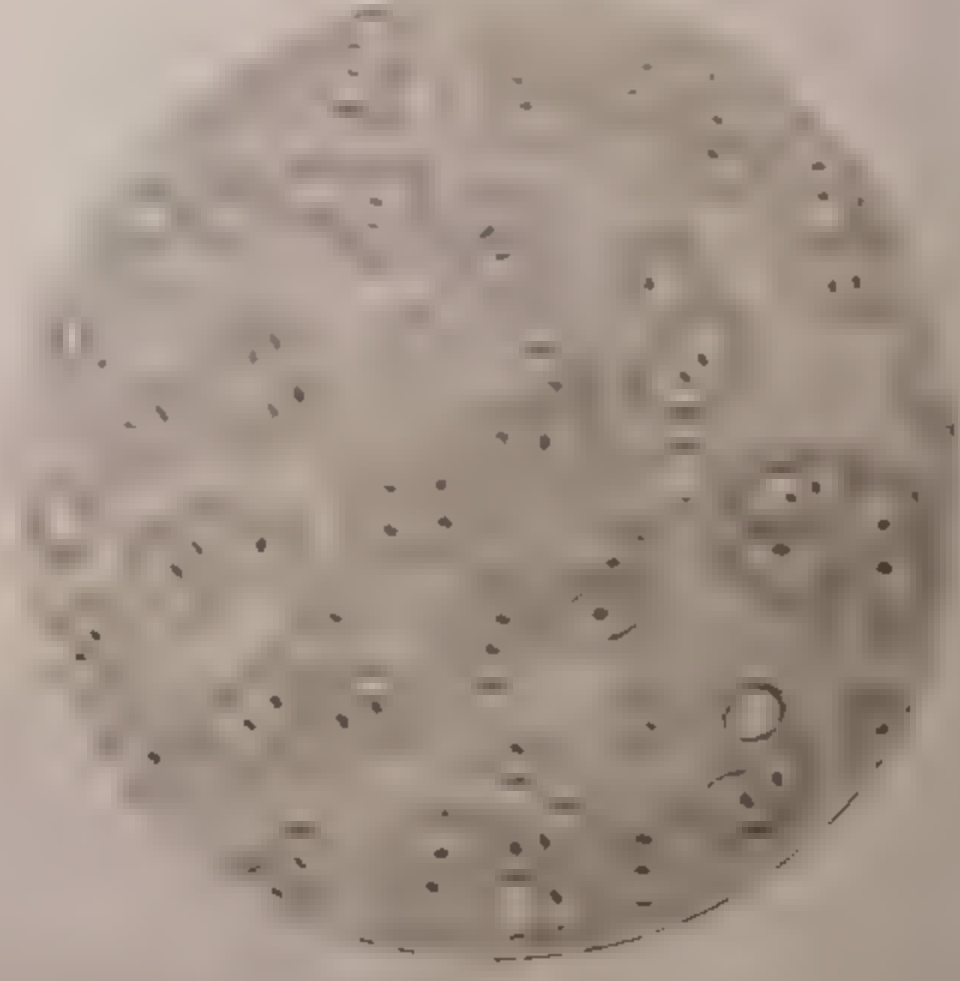



Fig. 463.
Cartilagine ialina.
(Ingrandimento 200 volte circa).

Tutte queste ghiandole sono anche dette *esocrine* per distinguerle da quelle *endocrine*, cioè che non hanno apparato escretore e riversano i loro prodotti direttamente nel sangue. Tali sono, ad es., la *tiroide*, le *capsule surrenali*, ecc., delle quali diremo più avanti.

Tessuti connettivi. – I tessuti connettivi sono caratterizzati *dall'abbondanza della sostanza intercellulare*, prodotta dalle cellule stesse componenti il tessuto, a differenza del tessuto epiteliale, nel quale questa sostanza è poca o nulla. Il loro compito è quello di riunire gli interstizi che si trovano fra i singoli organi nell'interno del corpo, collegando così le varie parti di un organo fra loro e i diversi organi pure fra loro. In questo modo essi contribuiscono alla solidità della compagine del corpo.

Connettivo propriamente detto. – Il tessuto *connettivo propriamente detto* può assumere aspetti e forme diverse. Dicesi *mucoso* od *embrionale* perchè frequente nell'embrione, se è costituito da rade cellule ramificate sparse entro una sostanza intercellulare omogenea vitrea trasparente, ora molle ora gelatinosa. Se nella sostanza intercellulare o fondamentale si trovano sparsi dei fasci di fibrille, abbiamo il *connettivo fibroso*, come si può osservare nei tendini, nei ligamenti; e se in mezzo a tali fibrille ne compaiono altre elastiche (composte di *elastina*, sostanza molto resistente a quasi tutti i reagenti) si parla di *tessuto fibrillare lasso* e, ove queste abbiano la prevalenza, di un tessuto *elastico* (fig. 462), come si ha specialmente nelle pareti delle arterie. Con la bollitura le fibrille, essendo fatte di una sostanza collagena, danno colla o gelatina.

Tessuto [illegible] connettivo fibrillare lasso nella cui sostanza fondament[illegible] [illegible] sparse cellule adipose, cioè provviste di [illegible] tessuto di riserva, sviluppato, ad es., nel corpo umano, nelle guance, nelle natiche, sotto la p[illegible]

Fig. 464 Tessuto osseo. Si osservi la disposizione delle cellule ossee intorno ai canali di Havers.
(Ingrand. 100 volte circa).

Tessuto cartilagineo. – Si distingue dagli altri tessuti connettivi perchè la sua sostanza fondamentale ha subito una trasformazione chimica per cui, con l'ebollizione, non dà più colla ma *condrina*, sostanza albuminoide che dà maggiore tenacità al tessuto. Le cellule di questo tessuto sono aggruppate e avvolte in una capsula contenuta in una cavità della sostanza fondamentale, come si può osservare agevolmente al microscopio.

Vi sono diverse varietà di cartilagini: *cartilagine ialina* (fig. 463) se la sostanza fondamentale è omogenea e di splendore turchiniccio; *cartilagine fibrosa* e *fibrosa elastica* se nella sostanza fondamentale trovansi dei fasci di fibrille o delle fibre elastiche che colorano la cartilagine in giallognolo. È questo un tessuto assai diffuso nel corpo umano; ad es. nel naso, nelle orecchie, nelle estremità delle ossa, fra i corpi vertebrali, ecc.

Il tessuto cartilagineo può, in seguito, come avviene nell'embrione, trasformarsi in tessuto osseo.

Fig. 465. Fibre muscolari striate.
A destra: fibrille isolate.
(Ingrand. 650 volte).

Tessuto osseo. – È il tessuto di cui sono formate le ossa, cioè le parti più solide e resistenti del corpo dei vertebrati. Questa solidità e resistenza è data soprattutto dal fatto che nella sostanza intercellulare, l'*osseina*, si depositano dei sali minerali (*carbonato* e *fosfato di calcio*) segregati dalle cellule ossee. Perciò se trattiamo un osso con acido cloridrico, la sostanza minerale si scioglie e l'osso si fa molle perchè rimane l'osseina; se invece bruciamo un osso, esso diventa poroso e conserva la sua consistenza perchè è andata distrutta l'osseina (sostanza organica azotata) ed è rimasta la sostanza minerale.

Le cellule ossee sono ramificate e stanno nicchiate in cavita della sostanza intercellulare; i loro rami si mettono in rapporto con quelli provenienti dalle cellule vicine e passano attraverso esilissimi canalini (*canalicoli ossei*) scavati nella sostanza intercellulare stessa. Oltre a questi canalicoli si trovano nel tessuto dei canali più grossi (*canali di Havers*) entro cui passano i vasi sanguigni. Le cellule ossee sono disposte intorno a questi canali di Havers in strati concentrici, in modo che le più vicine si met-

tono in rapporto [illegible] dal sangue le sostanze alimentari di cui hanno bisogno [illegible] le altre più lontane, con le quali sono in comunicazione [illegible] Cosicchè se noi osserviamo in sezione un pezzetto di tessuto osseo vedremo questa particolare disposizione delle cellule ossee intorno ai canali di Havers su tante lamelle concentriche. Se queste lamelle sono strette le une contro le altre, si ha un tessuto osseo *compatto*; se si intersecano limitando degli spazi irregolari, si ha un tessuto osseo *spugnoso* (fig. 464).

Varietà di tessuto osseo è l'*avorio*, del quale sono formati i denti.

L'osso è rivestito dal così detto *periostio*, membrana di natura connettivale ricca di *osteoblasti*, ossia di cellule che provvedono all'accrescimento periferico dell'osso.

Tessuto muscolare. – I muscoli sono quelle masse carnose, rosse, del nostro corpo, che ne formano il maggior volume e presiedono ai movimenti delle varie parti di esso poichè sono *contrattili* ed *elastici*, vale a dire che in seguito ad uno stimolo si raccorciano e si ingrossano, ma poi ritornano subito per elasticità alla forma e dimensioni primitive. Lo stimolo in questo caso è dato di solito dalla volontà e trasmesso per mezzo dei nervi. Ora se noi esaminiamo al microscopio il tessuto di cui sono formati questi muscoli, vediamo che esso è formato di elementi allungati che appaiono striati, onde anche il nome di *fibre striate*, oppure anche di *fibre volontarie* (fig. 465).

Fig. 466. – Fibre muscolari liscie. Ingrand. 400 volte.

Queste fibre però non sono formate da una cellula sola, ma da più cellule che si sono fuse insieme, come si rileva dal fatto che si trovano nella fibra parecchi nuclei. La striatura è ben visibile sia nel senso longitudinale che nel senso trasversale. Nel senso longitudinale però essa dipende dal fatto che la fibra risulta realmente formata dalla unione di tante *fibrille* allungate (fig. 465 a destra) date dalla sostanza contrattile che ha assunto questa forma; ma, nel senso trasversale, le strie sono soltanto apparenti, dipendendo questo da un fenomeno ottico. Infatti la sostanza contrattile di cui sono formate le fibrille è, in realtà, di due specie: *mono* e *birifrangente*, e le due specie di sostanza si alternano in modo regolare, come tanti dischi scuri e chiari rispettivamente lungo la fibrilla, e si corrispondono alla medesima altezza nel senso trasversale; ne risulta quindi che la fibra nel suo complesso *appare* come striata trasversalmente. La striatura trasversale forse permette alle fibre di contrarsi sotto l'azione dello stimolo con maggiore rapidità ed energia.

Le fibre muscolari striate sono avvolte da una membrana sottile amorfa: il così detto *sarcolemma*, e dall'insieme di più fibre risultano dei fascetti che a loro volta formano dei fasci più grandi, dalla cui unione infine risulta formato il muscolo.

I piccoli fasci come i grandi fasci sono avvolti da tessuto connettivo.

Le fibre striate possono essere anche di colore roseo o anche bianche (ad es., carne di coniglio, di pollo, ecc.).

Nel corpo dell'uomo e degli animali si nota però anche un'altra specie di muscoli: i così detti *muscoli involontari*, in forma di membrane o di lamine o di

anelli muscol[illegible] rosso pallido, come ad es., nel tubo digerente (esofago, stomaco, intestino, vasi sanguigni, ecc.). Questi muscoli risultano formati da fib[illegible], che sono vere e proprie cellule allungate con un solo nucleo e con qualche fibrilla longitudinale (fig. 466). Le fibre liscie hanno contrazione lenta e presiedono ai movimenti *involontari* dei visceri, i quali così possono compiere le loro funzioni senza che si richieda l'intervento della volontà.

Caratteristica è la muscolatura del cuore, poichè essa risulta costituita da fibre muscolari striate sì, ma corte e riunite per gli estremi o anche spesso biforcate con un nucleo centrale. Queste fibre sono involontarie.

Fig. 467. – Rappresentazione schematica di un neurone e fibra nervosa.

Tessuto nervoso. – Il tessuto nervoso presiede alla sensibilità. Esso forma masse nervose (cervello, cervelletto, midollo spinale, gangli nervosi) e i nervi.

Osservato al microscopio, il tessuto nervoso risulta costituito da cellule caratteristiche per le loro ramificazioni o *dendriti* e da *fibre* nervose. Si possono avere cellule con un solo ramo (*cellule unipolari*) o con due (*cellule bipolari*) o per lo più con molti (*cellule multipolari*). Tra questi prolungamenti uno è più lungo degli altri e prende il nome di *neurite* (esso coincide naturalmente con l'unico ramo nelle cellule unipolari). Il neurite poi si continua con un filamento sottile cilindrico a cui si dà il nome di *cilindrasse* e che forma la parte essenziale della *fibra nervosa*, che però si riveste nel suo decorso di guaine protettive: una, la più interna, detta *guaina mielinica* (sostanza bianca oleosa) e una, la più esterna, detta *neurilemma* o *guaina di Schwann*, che porta numerosi strozzamenti (*strozzamenti anulari di Rancier*), alla stessa guisa che un filo conduttore dell'elettricità è formato dal filo metallico, rivestito da una guaina gommosa e da un'altra più esterna fatta da filo ritorto (fig. 467). Alcune fibre però mancano di mielina e si dicono allora *fibre amieliniche*.

a) cellula nervosa; *b*) prolungamenti dendritici; *c*) neurite; *d*) fibra nervosa con cilindrasse interno, guaina mielinica avvolgente e membrana di Schwann più esternamente ancora; *e*) terminazioni nervose.

Le fibre nervose vanno o a un organo di senso o a una fibra muscolare, riducendosi nel loro termine al solo cilindrasse nudo. I nervi in forma di cordoni bianchi sono fatti da fasci di fibre.

Altre cellule di forma speciale costituiscono la così detta *nevroglia* che fa come da cemento del tessuto nervoso.

Le cellule nervose con le loro ramificazioni (*dendriti*) si mettono in rapporto fra loro, in modo che si ha un fitto intreccio di prolungamenti nervosi il quale dà

origine a una diffusa *rete nervosa* (¹). Si uniscono fra loro questi prolungamenti, o sono semplicemente *contigui*, in modo che la cellula nervosa sia indipendente da ogni altra? Le opinioni in proposito sono discordi. Secondo RAMON Y CAJAL e un gran numero di studiosi, una cellula nervosa coi suoi prolungamenti protoplasmatici (dendriti) e col suo neurite costituirebbe una unità fisiologica a cui si dà il nome di *neurone*; cosicchè il tessuto nervoso risulterebbe costituito da un insieme di tanti *neuroni* in rapporto fra loro di contiguità, e da *fibre motrici* e *fibre sensorie* a seconda che il rispettivo cilindrasse va ad una fibra muscolare o ad un organo di senso, dirigendosi quindi la corrente nervosa nel primo caso in senso *centrifugo*, cioè dalla cellula al muscolo, nel secondo caso in senso *centripeto*, cioè dall'organo di senso alla cellula.

Questo concetto del *neurone* facilita senza dubbio la comprensione di molti fatti inerenti alla fisiologia del sistema nervoso come si dirà più avanti.

L'ORGANISMO E LE SUE PARTI

Se le cellule, come abbiamo già visto precedentemente, si riuniscono fra loro in un organismo pluricellulare a formare dei *tessuti*, questi a loro volta si riuniscono a formare degli *organi*, vale a dire delle parti adibite a compiere prevalentemente una data funzione (come, ad es., lo stomaco adibito alla funzione della digestione, il cuore, organo centrale della circolazione del sangue, ecc.); mentre più organi insieme formano quello che si chiama un *apparato* o un *sistema*. Così, ad es., l'*apparato digerente* è costituito non solo dallo stomaco, ma anche dalla bocca, dall'esofago, dall'intestino. Il *sistema nervoso* è costituito dal cervello, dal cervelletto, dal midollo spinale, ecc., ossia da organi nei quali però è sempre *lo stesso tessuto* (*nervoso*), mentre nell'*apparato* concorrono a formare gli organi *diverse qualità* di tessuti.

È necessario tener presente che un organismo non è un semplice aggregato di parti, ma queste parti sono legate insieme da *correlazioni anatomiche e funzionali* le quali concorrono a mantenere quella *unità morfologica e funzionale* che è propria di ogni essere organizzato. Così, ad esempio, le cellule dei tessuti conservano fra di loro ponti di comunicazione (*plasmodesmi*), o formano particolari aggruppamenti (*sincizi* e *plasmodi*), o producono sostanze *intercellulari* che stabiliscono connessioni fra parti lontane. Inoltre è da considerare anche in un organismo la presenza di *liquidi* interni, che stabiliscono i rapporti di nutrizione fra le varie parti che lo compongono, e formano come l'*ambiente interno* entro cui stanno immerse le cellule e i tessuti e gli organi. Questa *correlazione umorale* si manifesta anche con la presenza di sostanze speciali (*ormoni*), che influiscono sulle parti più lontane legandole fra loro da rapporti di interdipendenza vitale, come si vedrà meglio parlando delle ghiandole a secrezione interna; senza contare una correlazione anche più stretta fra queste ghiandole endocrine e il sistema nervoso vegetativo, come si vedrà più avanti.

(¹) A un Italiano: CAMILLO GOLGI, nato a Corteno (Brescia) nel 1845 e morto a Pavia nel 1926, si deve il contributo maggiore alla conoscenza di questa rete nervosa. Per la sua opera fu insignito del premio Nobel.

Tutti questi rapporti anatomici e funzionali non sono, in ultima analisi, che il risultato dell'attività della sostanza vivente propria di quel dato organismo, la quale dal germe iniziale dell'individuo (la *cellula uovo*) si sviluppa gradatamente a formare l'embrione e poi completa l'edificio organico con la crescita fino allo stato adulto, e quindi ne inizia il decadimento con la vecchiaia.

A questo si deve se l'individuo ci appare come una unità tendente a conservare la sua forma e a rigenerare le parti perdute in seguito ad un trauma o ad una amputazione.

Notiamo però che questo *potere di rigenerazione di parti*, mentre è molto accentuato negli organismi inferiori (*vermi* che rifanno la testa, *idre* tagliate in pezzetti ciascuno dei quali ricostituisce un nuovo animale) diventa sempre meno accentuato negli organismi superiori e tanto meno quanto più sono adulti. E notiamo anche che una certa *indipendenza* fra le parti componenti un organismo si nota nei così detti fenomeni di sopravvivenza. Infatti si possono conservare in vita, anche per più settimane, organi delicati, come il cuore di certi animali: ed è su questo concetto che oggi si tenta la *coltura artificiale dei tessuti* a scopo scientifico e pratico, ad es., per la conoscenza dei processi di divisione delle cellule, per lo studio dei tumori, per l'applicazione degli *innesti* in medicina.

Anatomia dell'apparato digerente.

L'apparato digerente del corpo umano si può considerare come un lungo tubo (circa 11 metri) che si inizia con la cavità boccale e passando attraverso la cavità toracica e quella addominale assume dilatazioni e restringimenti, variamente ripiegandosi, finchè termina comunicando ancora con l'esterno all'estremità inferiore.

Esso consta di varie parti e cioè: *bocca*, *retrobocca* o *faringe*, *esofago*, *stomaco*, *intestino*, *ghiandole annesse* (fig. 468).

Bocca. – La bocca è una cavità limitata anteriormente dalle *labbra* e posteriormente dal *velo pendulo* o *palatino* che la separa dalla *retrobocca* o *faringe* (fig. 469).

In alto è costituita dalla così detta *volta palatina*, formata dalle ossa palatine, tappezzate da una mucosa, che occupano i due terzi anteriori della parete boccale, e da un setto muscolo-membranoso che prolunga indietro la volta stessa (il così detto *palato molle* o *velo pendulo*), molto mobile e capace di abbassarsi o di innalzarsi, fornito di una appendice mediana detta *ugola* od *uvola*. Innalzandosi, il velo pendulo chiude la comunicazione con le fosse nasali o *coane*; abbassandosi tocca la lingua e interrompe la comunicazione con la cavità del faringe. Dai lati dell'ugola partono quattro ripiegature mucose dette *pilastri* del velo palatino, distinti in anteriori e posteriori, tra i quali si trovano le *amigdale* o *tonsille*, ghiandole che possono gonfiarsi per un processo infiammatorio, e restringere così l'*istmo delle fauci* (ossia la regione più ristretta che costituisce il passaggio fra la bocca e la retrobocca) impedendo la deglutizione.

Sul pavimento della bocca sta la *lingua*, organo formato da fibre muscolari, e quindi molto mobile, e tappezzato da una mucosa ricca di ghiandole mucipare e di papille, sede dell'organo di senso del gusto. La lingua è attaccata posteriormente all'osso *ioide* e anteriormente, per mezzo di una ripiegatura semilunare detta *frenulo* o *filetto*, si unisce col pavimento della bocca.

Da ciascun lato della cavità boccale si trovano le *arcate dentarie* costituite dalle mascelle, ossa nelle quali sono infissi i denti.

I DENTI. – In ogni dente (fig. 3) si distingue una parte visibile detta *corona*; una parte che sta infissa nell'*alveolo dentario*, cavità scavata nell'osso, alla quale parte si da il nome di *radice*; e una parte ristretta che unisce la corona alla radice, detta *colletto*. Il dente è formato da una sostanza dura: la *dentina* o *avorio*, ricoperta esternamente da un'altra sostanza più dura in corrispondenza della co-

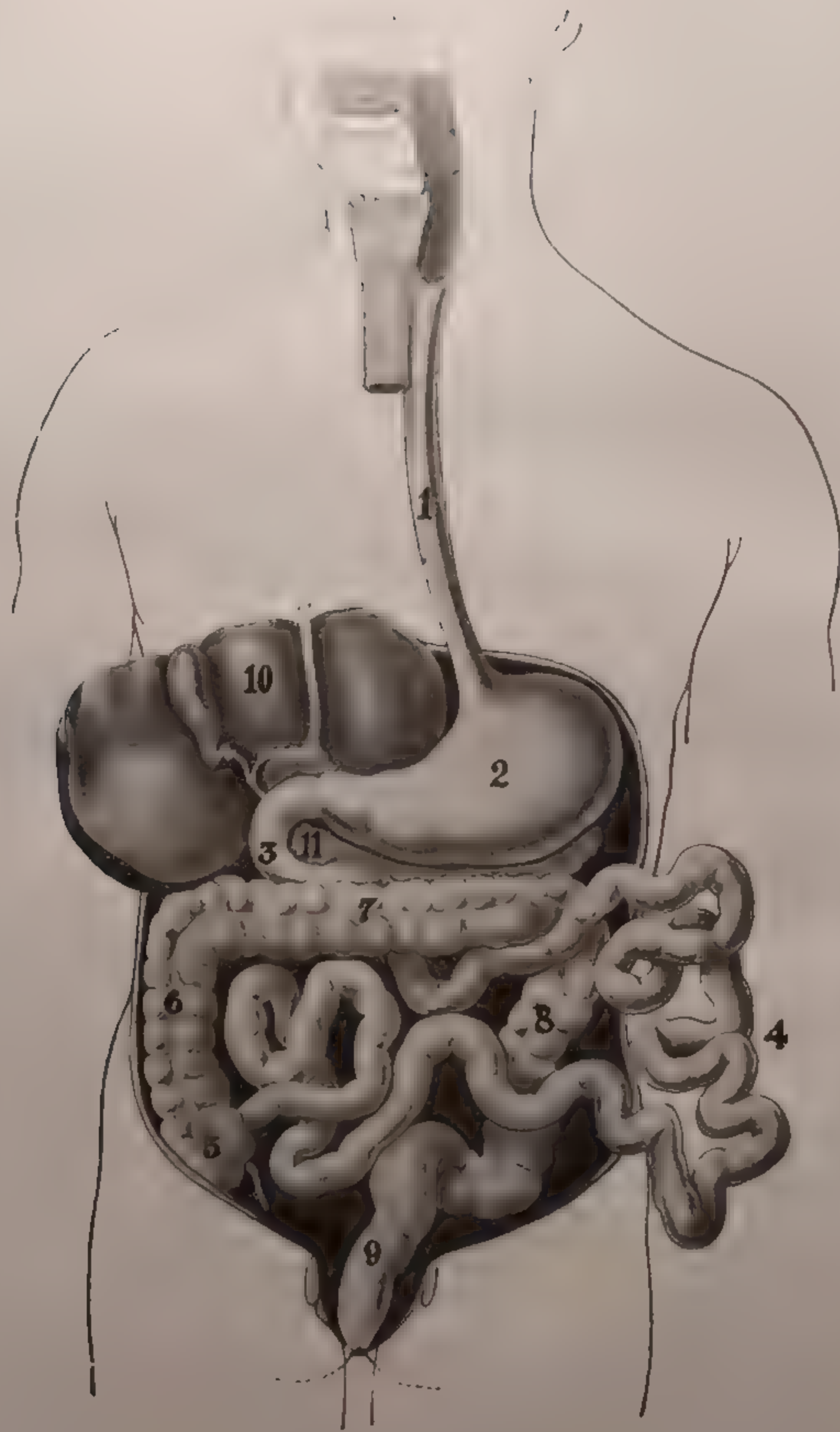



Fig. 468 Apparato digerente.

1. Esofago. — 2. Stomaco — 3. Duodeno. — 4. Intestino tenue. 5. Intestino cieco. — 6. Colon ascendente. — 7. Colon trasverso. 8. Colon discendente. — 9. Retto. — 10. Fegato. — 11. Pancreas.

rona, chiamata [illegible], in corrispondenza della radice, dal così detto *cemento*, specie di tessuto osseo, che [illegible], di colore giallastro. Internamente il dente è cavo e contiene una sostanza molle, la *polpa dentaria*. Questa sostanza, in mezzo a cui stanno poche cellule (*odontoblasti*), e percorsa da innumerevoli vasi sanguigni e nervi, che servono per il nutrimento e per la sensibilita del dente.

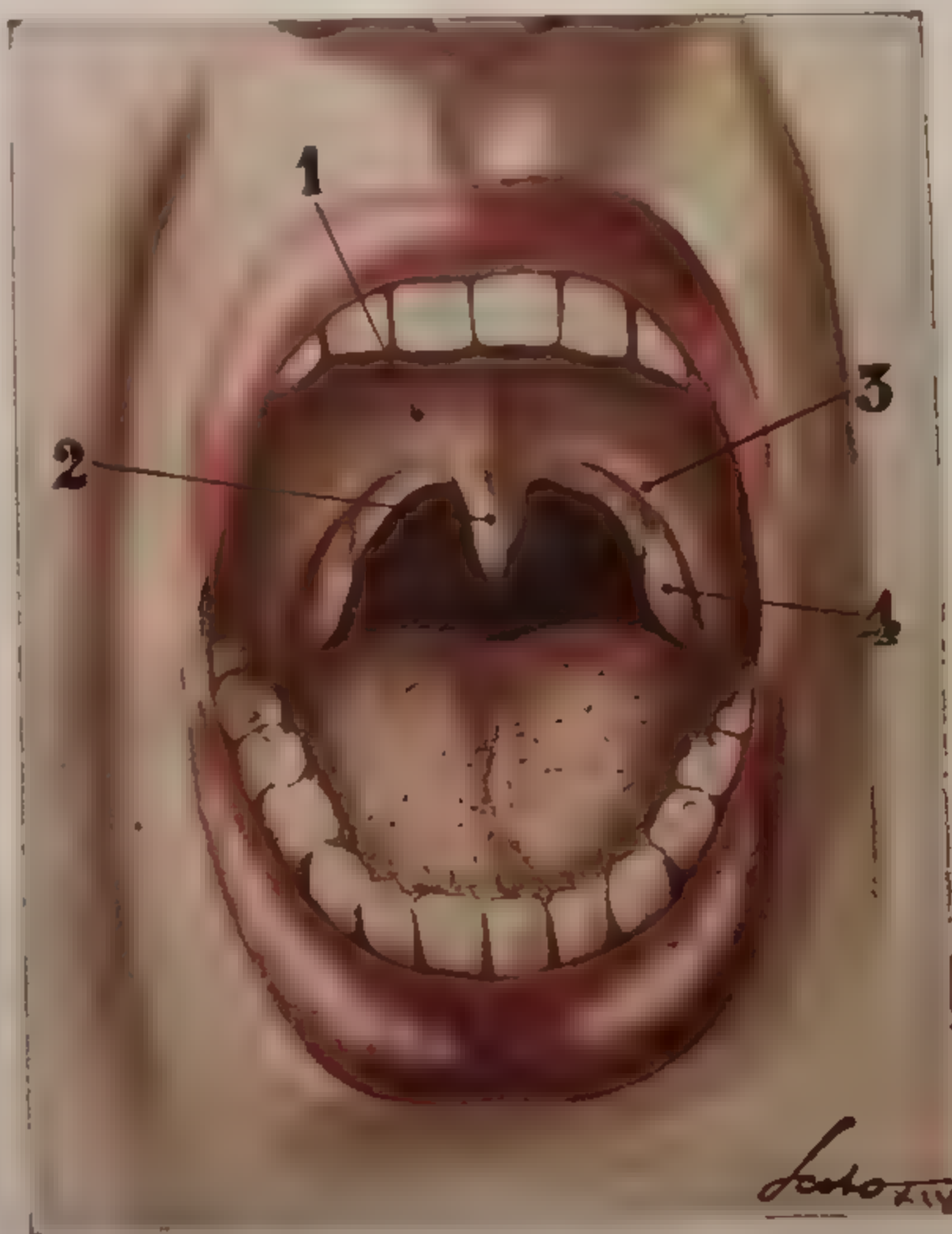
Fig. 469. – La bocca.

1. Velo pendulo — 2. Ugola. — 3. Archi palatini 4. Tonsille.

I denti si distinguono in *incisivi, canini, premolari* e *molari*. Gli incisivi hanno la corona tagliente e a forma di scalpello; i canini sono appuntiti e atti a lacerare; i premolari hanno corona larga e munita di tubercoli e posseggono una sola radice appiattita, ad eccezione del primo superiore che è fornito di due radici; i molari hanno pure corona tubercolata ma radici in numero diverso; tanto i premolari che i molari servono per la triturazione del cibo.

Il numero dei denti viene espresso dalla *formula dentaria*. Imaginando la bocca divisa da un piano verticale antero-posteriore passante per la linea mediana del corpo si può rappresentare una metà della dentatura (l'altra essendo simmetrica) con una frazione in cui il numeratore indica il numero dei denti dell'arcata superiore e il denominatore quello dell'arcata inferiore, ciascuna preceduta dalla iniziale del gruppo.

Così: I 2/2; C 1/1; P 2/2; M 3/3 è la formula dentaria dell'uomo adulto, essendo la sua dentatura costituita da 32 denti. Si distingue infatti nell'uomo una dentatura *permanente* o *definitiva* ed una *decidua* o *di latte* formata da soli 20 denti, mancando i molari. La dentizione decidua è così detta perchè destinata a cadere a cominciare da circa il 7° anno di età, per essere sostituita gradatamente da quella permanente. L'ultimo a comparire è il terzo molare inferiore detto anche *dente della saggezza* (dal 16° al 10° anno di età).

I denti vanno soggetti ad una malattia purtroppo frequente: la *carie dentaria* che può essere causa, talvolta, di gravi complicazioni; e perciò l'igiene buccodentaria è delle più importanti, e va curata fin dall'età giovanile per impedire che si sviluppino i microorganismi che sono la causa principale della distruzione dei denti.

Nella cavità [illegible] tre paia di ghiandole: le *ghiandole salivari* [illegible] presso l'orecchio, per mezzo del condotto di Stenone, sboccano [illegible] del secondo molare superiore; le *sottomascellari*, per mezzo del condotto di Warton, sboccano, unitamente a quello delle *sottolinguali*, ai lati del frenulo della lingua. Sono tutte ghiandole *a grappolo* che secernono la *saliva*, secrezione importantissima, come si dirà più avanti, per la digestione degli alimenti.

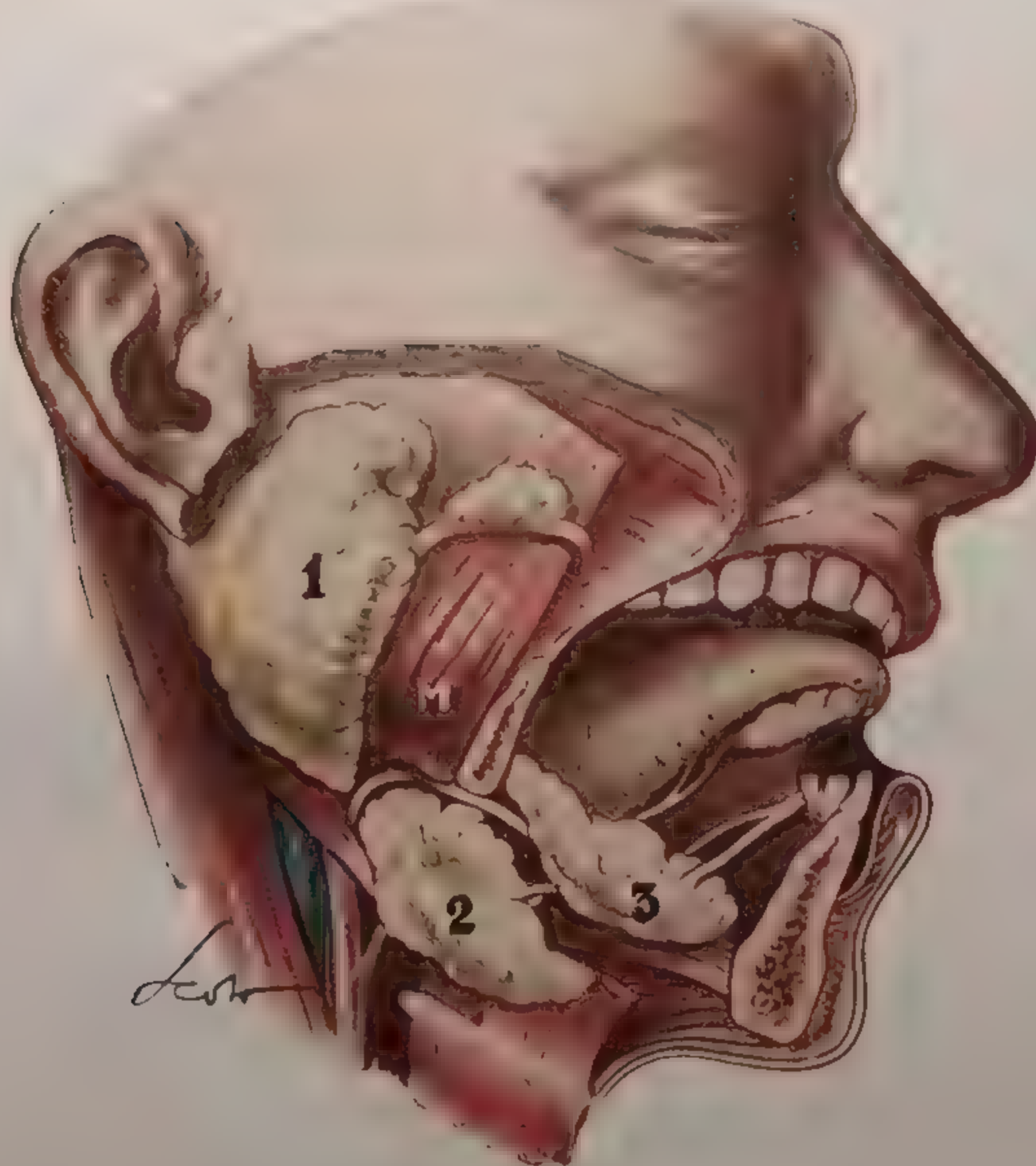



Fig. 470. – Le ghiandole salivari.

1. Parotide con suo prolungamento anteriore e condotto di Stenone. 2. Sottomascellare e condotto di Warton. — 3. Sottolinguale con condotto di Bartolino. — *M*) Muscolo massetere.

Retrobocca o faringe. – Si chiama *faringe* la cavità situata fra la bocca e l'esofago, pure tappezzata da mucosa, e che è comune tanto all'apparato digerente quanto all'apparato respiratorio (figura 540). Essa comunica in alto con le fosse nasali, in alto e lateralmente con l'orecchio medio per mezzo delle *trombe di Eustachio*; in avanti con la bocca; in basso con l'esofago e, anteriormente a questo, con l'apertura della *laringe*, appartenente all'apparato respiratorio. Questa apertura è detta *glottide* e può essere chiusa da una valvola: la *epiglottide*. Infatti questa, abbassandosi, chiude la comunicazione con la laringe, impedendo così al cibo di penetrare in essa durante il movimento della *deglutizione* per mezzo della quale il cibo viene mandato nell'esofago.

Esofago. – È un tubo lungo circa 26 cm. che mette in comunicazione la faringe con lo stomaco (fig. 468). Esso scende attraverso la cavità toracica, parallelamente alla colonna vertebrale, dietro alla trachea, e attraversa il *diaframma* inferiormente per continuarsi così con lo stomaco, in corrispondenza del quale

si apre con un orifizio valvolare, chiamato *cardia* o *cardias* perchè prossimo al cuore.

Il tubo esofageo è costituito da tre membrane o *tuniche*, una esterna o muscolare, una media o cellulare, una interna o mucosa.

La *tunica esterna* è formata da due specie di fibre: le più esterne longitudinali e le più interne circolari. Mediante la contrazione di queste fibre muscolari liscie viene facilitata la discesa del *bolo alimentare* nello stomaco: la *tunica cellulare* è formata da tessuto connettivo in unione con fibre elastiche; la *tunica interna* è una mucosa ricca di ghiandole mucipare.

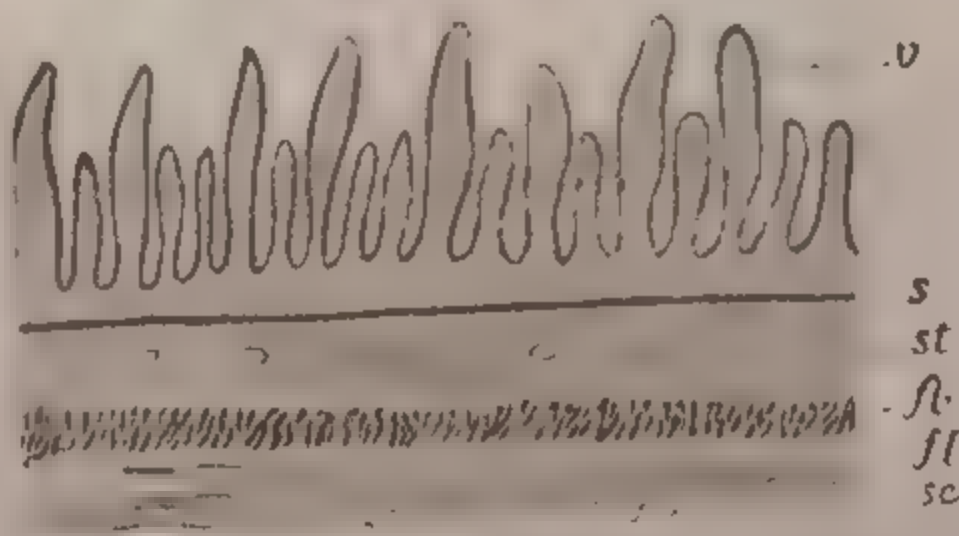
Fig. 471. – Sezione trasversale della parete intestinale.

v) villi; s) muscolare della mucosa; st) sottomucosa; fc) strato delle fibre muscolari circolari; fl) strato delle fibre longitudinali; sc) strato esterno (Ingrand. 5 volte circa).

L'esofago è dilatabile e internamente di colore biancastro.

Stomaco. – Lo stomaco è una dilatazione del tubo digerente ed è posto sotto il diaframma, disposto quasi verticalmente dall'alto in basso, e la cui forma è stata paragonata a quella di una cornamusa, benchè la sua forma varî da individuo a individuo e a seconda che è vuoto o pieno di cibo (fig. 468). Vi si nota una grande curvatura convessa corrispondente a sinistra e una piccola curvatura concava diretta verso l'alto. La parete dello stomaco è formata da tre tuniche: la più esterna è sierosa e fa parte del peritoneo; la mediana è muscolare ed è formata di fibre lisce distinte in longitudinali, trasversali ed oblique. La contrazione di queste fibre provoca movimenti varî della parete dello stomaco (movimenti *peristaltici*) atti a rimescolare il cibo. In corrispondenza della comunicazione con l'intestino (*orifizio pilorico*) le fibre circolari si ispessiscono formando una valvola in forma di diaframma che permette l'apertura o la chiusura dell'orifizio pilorico. La parete interna è costituita da una *mucosa* di color giallo-roseo con numerose pieghe e rughe che ne aumentano la superficie. Nella mucosa si trovano moltissime ghiandole (*ghiandole gastriche*) secernenti un succo (il *succo gastrico*) contenente un fermento: la *pepsina*, atto alla digestione degli alimenti azotati, e *acido cloridrico*; altre ghiandole situate presso il piloro secernono muco.

Intestino. – L'intestino si divide in *tenue* e *crasso*. Il tenue a sua volta si distingue in *duodeno*, *digiuno* ed *ileo*. Il crasso in *cieco*, *colon* (ascendente, trasverso, discendente) e *retto* (figg. 468 e 2).

Intestino tenue. – Esso va dal piloro alla *valvola ileo-cecale* ed ha la forma di un lungo tubo (circa sette metri e mezzo) variamente avvolto su sè stesso. La prima porzione di esso, o *duodeno*, lungo circa 25-30 centimetri, forma un'ansa semicircolare, incurvandosi verso sinistra e nella cui concavità si appoggia la testa del *pancreas*. Questa porzione dell'intestino è molto importante perchè in essa sboccano i condotti delle due ghiandole: il *pancreas* ed il *fegato*. Il *digiuno* (lungo circa tre metri) e l'*ileo* (quattro metri) formano l'insieme delle circonvoluzioni più raggomitolate dell'intestino, che sono raccolte nella piccola cavità addominale.

L'intestino tenue è pure formato da una membrana più esterna sierosa, continuazione del peritoneo; di una tunica muscolare e di una mucosa interna.

La mucosa presenta numerose pieghe ed è ricca, in corrispondenza del duodeno, di ghiandole (*ghiandole duodenali o di Brunner*) e, per il resto, di piccoli e sottili rilievi che le danno come un aspetto vellutato; sono questi i *villi intestinali* destinati all'assorbimento (fig. 471). Vi si notano inoltre numerose *ghiandole enteriche* secernenti il *succo enterico*.

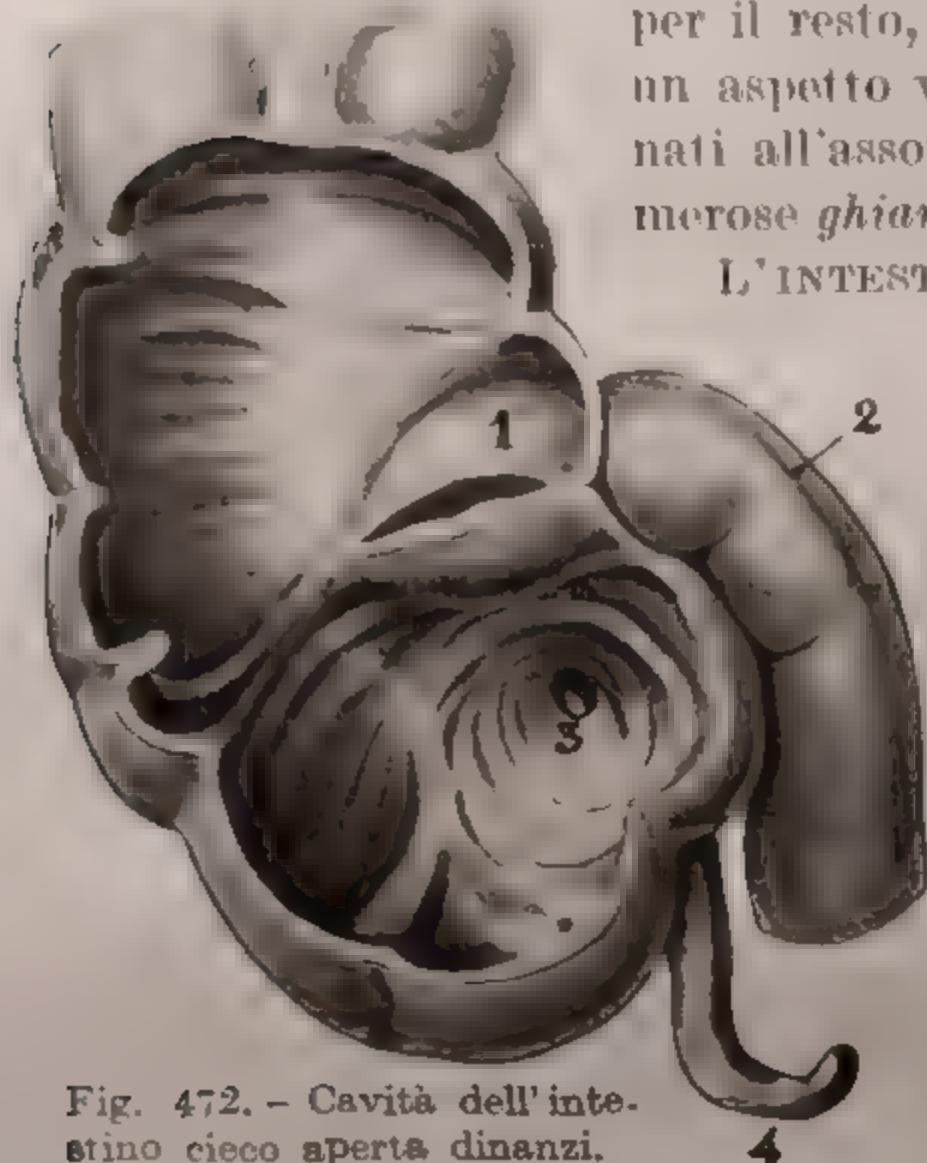



Fig. 472. – Cavità dell'intestino cieco aperta dinanzi.

1. Valvola ileo-cecale. — 2. Porzione terminale dell'ileo. — 3. Orifizio dell'appendice. 4. Appendice cecale.

L'INTESTINO CRASSO presenta al suo inizio una dilatazione a destra a fondo cieco (il *cieco*) che porta un'appendice vermiforme lunga quasi un dito (*appendice cecale*) (fig. 472), la cui infiammazione può determinare la nota malattia chiamata *appendicite*; e poi, nei suoi tratti ascendente, trasverso e discendente presenta una serie di rigonfiamenti separati dai così detti *solchi angolari*. L'intestino crasso è lungo circa un metro e mezzo ed ha un diametro di circa 6 cm. In corrispondenza dello sbocco del tenue nel crasso si nota la formazione di una valvola (*valvola ileo-cecale*) che impedisce il reflusso delle sostanze alimentari, mentre permette il passaggio di queste dal tenue al crasso. Queste sostanze, private delle loro parti assimilabili, soggiornano nel crasso per un periodo più o meno lungo per venire poi espulse passando attraverso il *retto* che è la porzione terminale dell'intestino ed è così denominato per la sua direzione.

Il mesentere e il peritoneo. – La massa intestinale non è libera nella cavità addominale, ma sostenuta da una specie di tela sottilissima, tenace, chiamata *peritoneo*, che l'avvolge completamente e si attacca a sua volta alla colonna vertebrale e alla parete addominale. La parte del peritoneo che tiene unito l'intestino tenue alla colonna lombare ha ricevuto il nome di *mesentere*. L'infiammazione del peritoneo è causa della malattia detta *peritonite*.

Fegato e pancreas. – Il **fegato** (fig. 473) è la più grossa ghiandola del corpo umano, di color rosso bruno, situata sotto il *diaframma*, nella parte destra dell'addome e ricoprente in parte lo stomaco, estendendosi anche al di là della linea mediana. Vi si può distinguere una superficie superiore ed esterna convessa ed una inferiore concava. La prima è divisa in due parti disuguali da un solco profondo. La seconda è divisa in quattro lobi da due solchi longitudinali e da uno trasverso disposti a formare un H.

In corrispondenza del solco trasverso, detto *porta* del fegato, entrano ed escono i vasi sanguigni e linfatici. Il fegato riversa il suo secreto (la *bile*) in canali da prima sottili e anastomizzati a rete: i *vasi biliari*, che si raccolgono in un canale: il *condotto epatico*, il quale comunica con un altro condotto: il *condotto cistico*, che

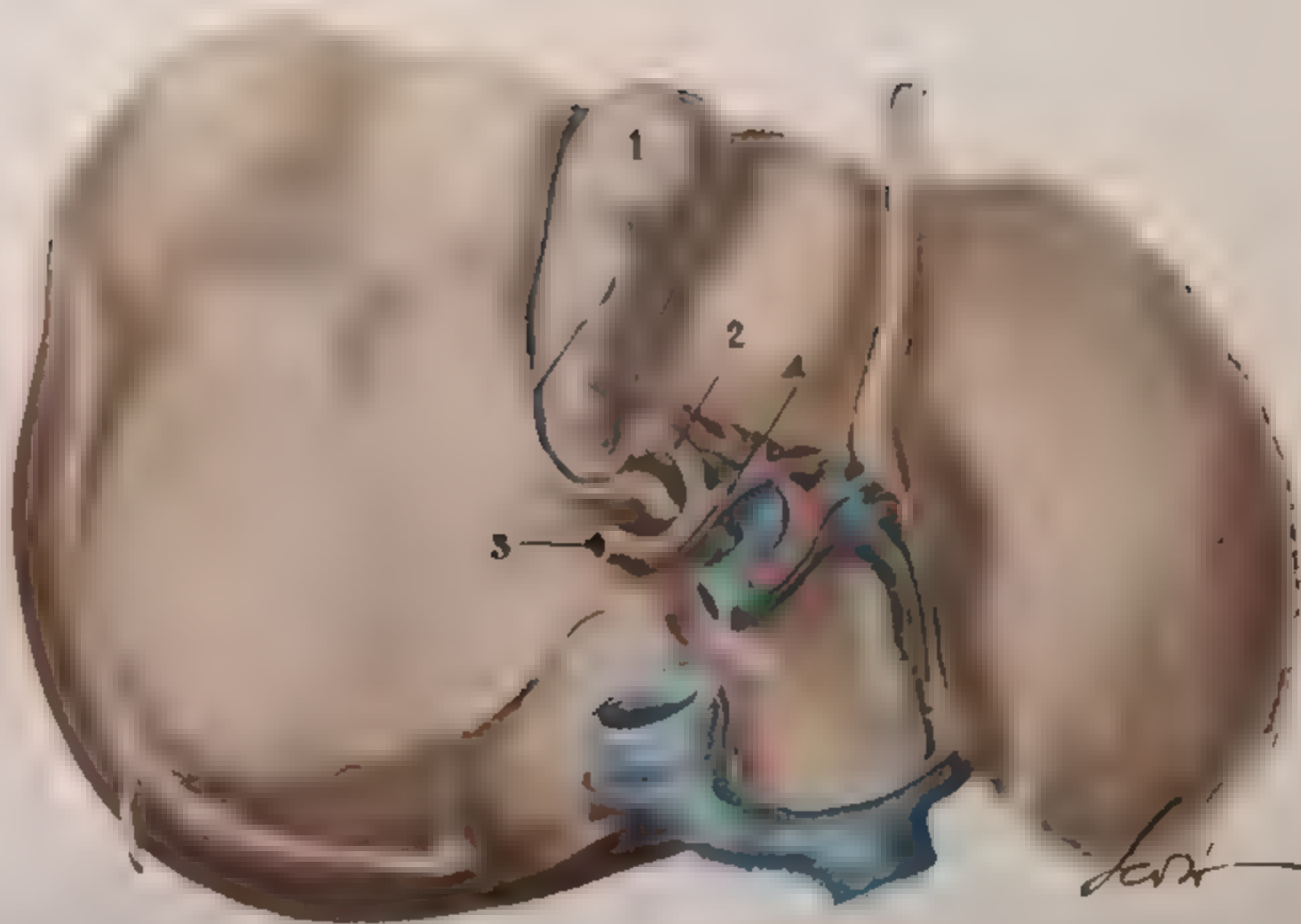



Fig. 473. – Il fegato visto inferiormente.

1. Cistifellea. — 2. Condotto cistico. — 3. Coledoco. — 4. Condotto epatico.

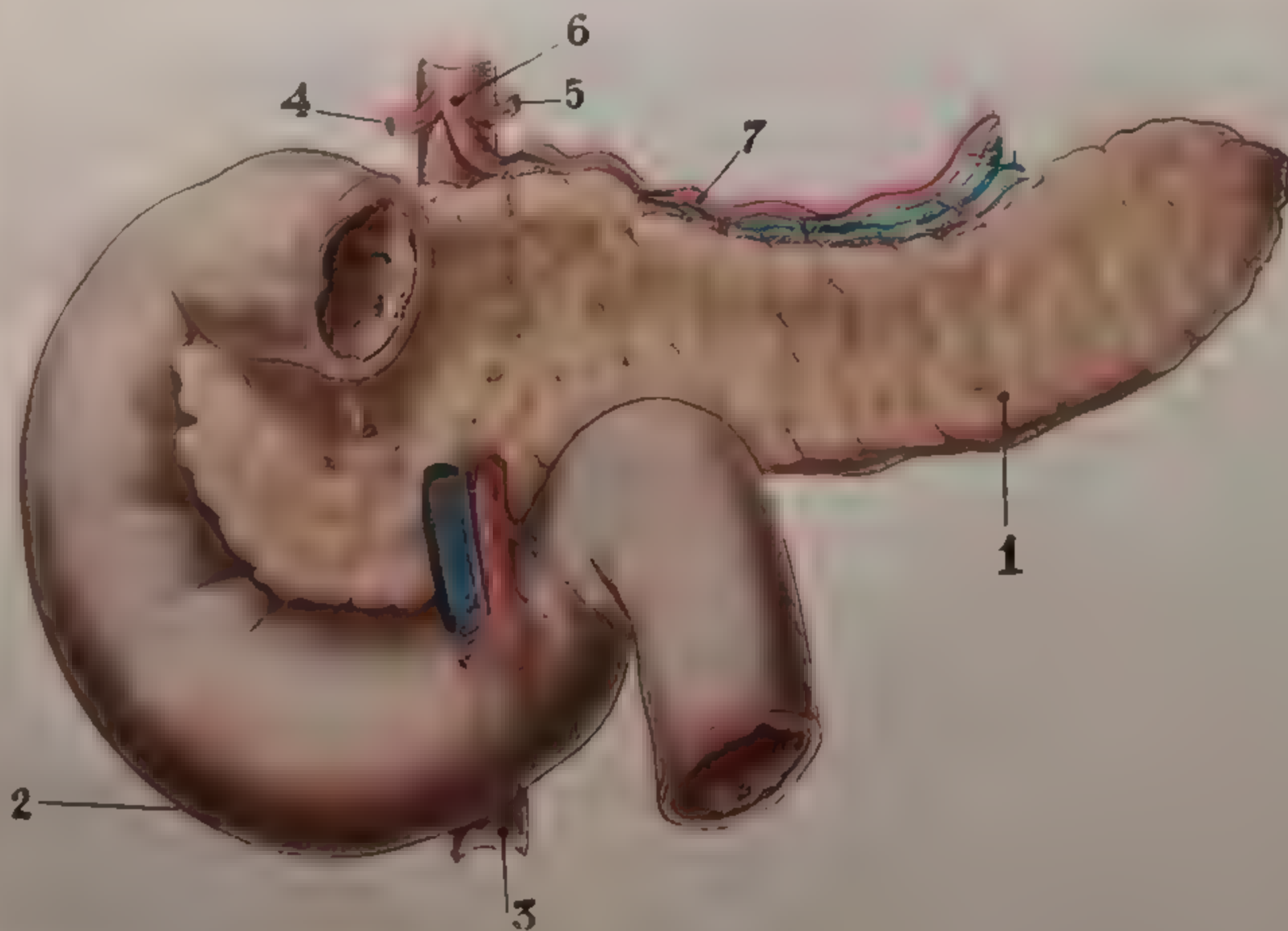



Fig. 474. – Il pancreas.

1. Pancreas. — 2. Duodeno. — 3. Aorta. — 4. Arteria epatica. 5. Arteria stomachica. — 6. Tronco celiaco. — 7. Arteria splenica.

porta la bile alla *cistifellea*, vescichetta piriforme lunga circa 10 cm. e che fa da serbatoio della bile stessa. Da questa vescichetta la bile passando di nuovo per il cistico si riversa in un grosso canale, il *coledoco*; unico canale in cui confluiscono tanto il cistico che il condotto epatico, e di qui passa nel *duodeno*, al fondo di una specie di ampolla in cui sbocca pure il condotto pancreatico.

Pancreas. — Il *pancreas* (fig. 174) è una ghiandola di forma allungata, di colore grigiastro, situata dietro allo stomaco, a livello della prima e seconda vertebra lombare. È lungo da 15 a 20 cm. e nella sua linea mediana è percorso dal condotto escretore principale che sbocca pure, come si è detto, in vicinanza del coledoco nel duodeno, riversando quivi il succo pancreatico.

Gli alimenti e l'alimentazione.

Gli alimenti. – Le varie sostanze alimentari di cui l'uomo si nutre si possono raggruppare, dal punto di vista della loro *costituzione chimica*, in:

1°) **Sostanze azotate o proteiche**, composte di carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto. Contengono anche zolfo e altri elementi come il ferro, il fosforo, ecc.

Esse sono contenute specialmente nella carne, nelle uova, nel latte, ma si trovano anche nei legumi secchi, nei cereali, e, in quantità minore, nelle verdure e nelle frutta.

Appartengono ad esse, ad es., le *albumine* (sieroalbumina, ovoalbumina, lattoalbumina); le *globuline* (sieroglobulina, fibrinogeno); le *nucleo-albumine* (caseina del latte, legumina); i *proteidi* (nucleo-proteidi, emoglobine); gli *albuminoidi* (collagene, cheratina, elastina) ed i prodotti di trasformazione delle sostanze proteiche (albumosi, peptoni, ecc.).

2°) **Sostanze ternarie** composte di carbonio, idrogeno ed ossigeno. Esse sono chiamate meglio *saccaridi* e si dividono in *monosaccaridi*, come il glucosio o zucchero d'uva e il fruttosio; *disaccaridi*, come il saccarosio o zucchero di canna o di barbabietola, il lattosio o zucchero di latte, il maltosio o zucchero di malto; *polisaccaridi*, fra cui il più diffuso è l'amido contenuto nei semi dei cereali, nelle patate, nei bulbi, ecc.

Un polisaccaride che si trova nei nostri organi e tessuti è il *glicogene* o amido animale.

3°) **I grassi** anch'essi costituiti da idrogeno, carbonio ed ossigeno ma con poco ossigeno e molto carbonio. Si trovano nel lardo, sego, burro, olii commestibili, ecc., e, come è noto dalla chimica, sono *eteri composti* di glicerina e di acidi grassi. Hanno caratteri dei grassi anche i *lipoidi*, come le lecitine, presenti nel giallo d'uovo, nella sostanza bianca del cervello, nel latte, nel fegato, ecc., che si possono considerare come grassi fosforati ed azotati.

4°) **Sostanze minerali** come l'acqua, i sali e l'ossigeno. Fra i sali minerali un vero e proprio alimento è da considerarsi il *cloruro di sodio* o sale di cucina che è necessario per la formazione dell'acido cloridrico contenuto nel succo gastrico. Altri sali contengono fosforo, potassio, calcio, magnesio, ferro.

Si usano poi nella alimentazione anche i così detti *condimenti*, (pepe, senape, anice, ecc.) stimolanti della digestione e, fra le bevande, il vino, la birra, il caffè e il thè che eccitano le funzioni dell'assorbimento e del ricambio. Sono

inoltre da considerarsi nella nutrizione le così dette *vitamine*. Le vitamine sono sostanze chimiche la cui natura e composizione ci è ancora totalmente ignota e che si trovano in molti alimenti in quantità piccolissime. La loro mancanza nell'organismo è però sufficiente a produrre malattie gravi o addirittura mortali, compiendo esse diverse e molteplici funzioni in relazione specialmente con l'elaborazione e l'assimilazione degli alimenti. Sono state distinte in: *vitamina A* che si trova nel latte, burro, olio di fegato, e serve all'accrescimento del corpo ed è anche antirachitica; in *vitamina B* che si trova nei semi delle piante e nelle uova degli animali, atta a vincere, ad es., la pellagra, malattia comune nelle popolazioni che si cibano di *mais* alterato; la *vitamina C* che si trova nei cavoli, cipolle, pomodori, ecc., e la cui assenza o deficenza produce lo scorbuto, la decalcificazione delle ossa, la perdita dell'appetito; la *vitamina D* antirachitica; la *E* che agisce contro la sterilità, la vitamina *G* antipellagrosa, e la *H* che mantiene l'integrità anatomica e funzionale dell'apparato digerente.

Le vitamine sono contenute nei cibi freschi, e la loro scoperta risale ai primi anni del '900, essendosi osservato che fra certe popolazioni dell'Oriente, che si cibavano quasi esclusivamente di riso *brillato*, cioè privo dei suoi involucri esterni, si era diffusa una malattia (il *Beri-Beri*) assai grave, dalla quale invece erano immuni quegli individui che facevano uso di riso non brillato. D'altra parte l'uso delle carni in iscatole, del latte condensato, delle conserve di frutta, del pane in gallette, dei biscotti, ecc., alimenti ordinari dei marinai costretti a compiere lunghi viaggi, provocava pure il diffondersi dello *scòrbuto*, segno evidente della mancanza di qualche principio chimico attivo necessario all'alimentazione.

Infine bisogna tener conto della loro dote *enzimatica* e della loro *efficienza biologica.*

Di importanza biologica immensa sono gli *enzimi* (¹), sostanze di natura chimica ancora ignota, alcune affini alle proteine, altre no, come la *diastasi*, che vengono prodotte dalle cellule viventi e che hanno la proprietà di determinare o di accelerare, in quantità minima, la decomposizione di grandi quantità di sostanze organiche. Gli enzimi agiscono quindi come i *catalizzatori inorganici*, e perciò sono stati anche chiamati ***biocatalizzatori.***

Così è, ad es., per opera di un *enzima* che il glucosio o zucchero d'uva si trasforma in alcool e anidride carbonica, oppure viene ossidato in acido lattico; che l'amido viene trasformato in zucchero nei semi in germinazione, ecc.

Il Pasteur distingueva due specie di fermenti: quelli *figurati*, veri organismi viventi, e i *fermenti solubili* o *zimasi* o *enzimi propriamente detti*, ritenendo che i primi esercitassero la loro azione solo per la loro *forza vitale*. Ma in seguito fu dimostrato che l'estratto del lievito, perfettamente libero da cellule viventi, è capace di determinare la fermentazione dei carboidrati e la teoria vitale di Pasteur cadde.

Gli enzimi, una volta prodotti, sono capaci di agire anche al di fuori della cellula stessa per un certo tempo; anzi nella cellula si trovano allo stato inattivo di *zimogeno* che, secreto dalla cellula, trova nel nuovo ambiente nel quale deve agire (stomaco, intestino, ecc.) le condizioni opportune per attivarsi e per svol-

---

(¹) Dal greco ἐν = in e ζύμη = lievito.

gire [illegible] condizioni sono date dalla presenza di un attivatore [illegible] della *pepsina* (zimogeno) occorre l'azione combinata dell'acido cloridrico [illegible] perchè possa avvenire l'azione proteolitica (vedi di[illegible]) [illegible] si nota che (salvo per quelli intracellulari) fra l'enzima e la sostanza su cui esso deve agire vi deve essere la stessa relazione che passa fra una chiave e la sua serratura in quanto che sopra una data sostanza agisce soltanto un determinato enzima.

Quanto alla *efficienza biologica* degli alimenti il TALLARICO nota che lo stesso alimento può produrre effetti diversi nell'organismo, giacchè entra in giuoco un complesso di fattori che ancora in parte sfuggono all'indagine scientifica; complesso che il suddetto fisiologo chiama con immagine metaforica «*lo spirito dell'alimento*». Così, ad es., l'olio di fegato di merluzzo, ricco di lipoidi e di vitamine, che viene adoperato come sostanza preziosa nei disturbi della crescenza, non ha lo stesso potere biologico in ogni epoca dell'anno; ma è assai più efficace nel periodo degli amori, allorchè nell'animale sono, per così dire, esaltati tutti i processi vitali. Così il latte di primavera non è comparabile per i suoi effetti al latte del tardo autunno. Così l'uovo gallato (fecondato) ha maggior valore nutritizio dell'uovo non gallato; il seme in germogliazione più del seme in riposo, ecc., come risulta anche da esperimenti fatti su animali diversi. Analogamente l'aria e l'acqua e certi sali costituiscono altrettanti alimenti indispensabili; ma vi è aria e aria, acqua e acqua; e a certi individui non si confà che l'aria che essi hanno respirato fino dall'infanzia (aria nativa); e l'acqua che è contenuta nel latte, nel vino, nelle foglie eduli delle piante, nelle frutta, essendo acqua *rielaborata dalla vita* nell'intimità dei protoplasmi cellulari, è ben diversa e più efficace di quella di fonte, di fiume, di falda sotterranea, ecc.

Razione alimentare.

GLLY ha calcolato che un uomo adulto e sano che compie un lavoro normale ha una perdita media giornaliera equivalente a:

2500 gr. di acqua
25 gr. di sali minerali
280 gr. di carbonio sotto forma di CO_2
15-18 gr. di azoto particolarmente sotto forma di *urea*.

Inoltre la quantità di energia consumata nelle 24 ore può essere calcolata in 2500-3000 *calorie* (*c*) (2).

Per riparare quindi queste perdite occorre l'*alimentazione*, in quanto che gli alimenti contengono i principî nutritivi aventi duplice funzione: *plastica* ed *energetica*. *Plastica* per riparare al consumo dei tessuti e degli organi, e a ciò provvedono le sostanze *proteiche* (carne, latte, uova, ecc.); *energetica* per riparare al consumo di energia dovuto al lavoro tanto dei muscoli che della mente (MOSSO), e

---

(1) *Coenzima* o *cofermento* è invece un attivatore termolabile che esalta l'attività di un enzima.

(2) La *grande caloria* (*c*) è la quantità di calore necessario per aumentare di un grado un kilogrammo di acqua.

a ciò provvedono gli *zuccheri* (frutta, cereali, patate, ecc.). Inoltre i *grassi* possono essere pure utilizzati per l'una e l'altra funzione, ma rappresentano soprattutto un *materiale di riserva.*

L'associazione delle sostanze alimentari si chiama *razione alimentare.* Quale sarà dunque la razione alimentare quotidiana più adatta per riparare le perdite sopra accennate? Essa sarà data dalla quantità di sostanze proteiche, di idrati di carbonio, di grassi (oltre all'acqua e ai sali minerali) che è necessario introdurre nel corpo tenendo anche conto del numero di *calorie* che la razione è capace di fornire all'organismo. Ora però i vari autori non sono concordi nelle cifre corrispondenti ai diversi quantitativi. Ad es., il VOGT dà:

	Albumina	*Grassi*	*Idrati di carbonio*	*Calorie*
	gr. 118	gr. 56	gr. 500	3055
l'ATWATER dà:				
	gr. 100	gr. 66	gr. 406	2700

ma altri autori dànno cifre anche assai differenti, per es. 50-60 gr. di albumina e 2000 calorie. Del resto è ovvio che la razione alimentare deve necessariamente variare con l'età (proporzionalmente maggiore), col sesso, (alquanto minore nella donna), con lo stato di riposo o di attività e col genere di attività (in quest'ultimo caso essa deve essere aumentata), con lo stato di salute; e poi influisce ancora la stagione (d'inverno deve essere più abbondante), il clima, le abitudini, ecc.

Anche per quanto riguarda *la qualità dell'alimento* vi sono pareri diversi, anzi discordi, perchè alcuni sostengono che le perdite possono essere riparate con un regime esclusivamente *vegetariano*, altri con un regime *carneo*; la maggioranza però dei fisiologi è d'accordo su un *regime misto*. Infatti il vitto vegetariano (a base di verdure) ha sì il pregio di generare meno tossine e di essere più ricco di elementi *dinamogeni* (idrati di carbonio), senza contare che è anche più economico; ma ha l'inconveniente di richiedere un volume eccessivo di alimento per introdurre la quantità minima normale di proteine, giacchè le verdure in genere contengono poche proteine e molti idrati di carbonio.

Il vitto carneo ha il pregio di dare maggiore quantità di albumina, ma ha l'inconveniente di generare facilmente quei disturbi che portano poi alla gotta, alla uricemia, all'artritismo. Un regime misto è quindi più consigliabile, con prevalenza di carne per i lavoratori intellettuali, e di verdure per quelli dediti ai lavori che richiedono forza muscolare.

Su queste norme la razione alimentare che si dà, ad es., ai soldati è questa: 750 gr. di pane; 180 gr. di pasta o riso; 200 gr. di carne; 15 gr. di lardo; oltre i sali e gli erbaggi per condimento.

Certo è da notarsi che l'alimentazione deve essere *sobria*; in generale si mangia troppo, e questo è causa di non poche malattie.

La scienza dell'alimentazione è quindi molto utile nella pratica quotidiana, e diventa poi necessaria quando si debba ricorrere a una dieta di grande economia, come in caso di guerra o di sanzioni, o a una dieta speciale, come nei casi di malattie; perciò essa è fatta oggetto di cura particolare da parte dei medici e degli igienisti. (Vedi IGIENE).

[illegible]ia della digestione.

Di tutte le sostanze [illegible] abbiamo parlato più sopra alcune sono naturalmente *solubili*, altre no. Ora [illegible]mo invece che tutte quelle che vengono utilizzate siano rese solubili, giacchè esse devono giungere all'intestino dove prevalentemente si compie l'*assorbimento* di esse. E poichè questo assorbimento si compie in massima parte per un *processo osmotico* o di *diffusione* [1] attraverso la membrana semipermeabile delle cellule dei villi intestinali, tale assorbimento non potrebbe verificarsi se le sostanze non si trovassero allo stato di soluzione. In questo consiste appunto il processo della digestione.

Digerire vuol dire *trasformare le sostanze alimentari da insolubili in sostanze solubili*; e questo avviene per opera degli *enzimi* che si riversano numerosi entro l'apparato digerente.

La digestione infatti comincia fino dalla bocca. « *Prima digestio fit in ore* » dicevano gli antichi. Il cibo introdotto in bocca viene masticato e insalivato. La saliva contiene un enzima: la *ptialina* che agisce sulle sostanze *amidacee* cotte e le trasforma in *zucchero maltosio*, idrolizzandole; una prima trasformazione subiscono quindi in bocca gli amidi contenuti nel pane, nelle patate, nei semi, ecc., diventando zucchero solubile.

Ma questo non è che l'inizio, giacchè ben più profonda trasformazione subirà il cibo nello stomaco. Il *bolo alimentare* passato, in seguito all'atto della deglutizione, nell'esofago e quindi nello stomaco, trova qui il *succo gastrico*, secreto dalle ghiandole gastriche. Nel succo gastrico è contenuto un altro fermento: la *pepsina*. La pepsina agisce sulle *sostanze proteiche*, anzichè sugli amidi e le trasforma in *peptoni*, vale a dire in composti azotati solubili. Noi sappiamo però che le ghiandole gastriche secernono anche *acido cloridrico*, ed ora possiamo renderci ragione della necessità della presenza nello stomaco di questo acido; giacchè la pepsina agisce soltanto se si trova in un *ambiente acido*.

Un altro fermento è pure contenuto nello stomaco; è questo il *caglio*. Esso agisce sul lattosio o zucchero di latte trasformandolo in *acido lattico*; la *caseina* contenuta pure nel latte, non potendo più allora rimanere disciolta, precipita e quindi su di essa può agire la pepsina sciogliendola in parte.

Il cibo nello stomaco si trasforma dunque nel così detto *chimo* e il processo relativo dicesi *chimificazione*.

Il *chimo* passa quindi, attraverso il piloro, nella prima porzione dell'intestino, vale a dire nel *duodeno*. Qui il processo digestivo si intensifica. Noi sappiamo infatti che nel duodeno si riversano la *bile*, proveniente dal fegato, e il *succo pancreatico*, elaborato dal pancreas. Quale azione esercitano questi due succhi? Comin-

(1) Diffusione. — Se sopra una soluzione acquosa concentrata di sal comune mettiamo cautamente uno strato di acqua distillata, le particelle del sale si spostano a poco a poco verso l'acqua posta sopra, ossia si *diffondono* in essa. Il passaggio avviene, sebbene in misura più limitata, anche se poniamo fra i due strati una membrana *permeabile*, come ad es., carta pergamena o una membrana animale morta (budello, ad es.).

Osmosi. — Vi sono delle membrane speciali dette *semipermeabili*, le quali lasciano passare non tutte le sostanze disciolte, ma soltanto alcune. Di tale natura è la membrana che forma le pareti dei villi intestinali. In tal modo passano nel sangue soltanto quelle sostanze alimentari di cui l'organismo ha bisogno.

ciamo da quello *pancreatico*. Esso contiene tre enzimi: l'*amilasi*, la *tripsina*, la *steapsina* o *saponasi*.

L'*amilasi* esercita ancora la sua azione specialmente sugli *amidi* crudi; la breve permanenza infatti del cibo nella bocca non ha permesso una completa trasformazione degli amidi in zucchero; questa viene completata quindi nell'intestino, per opera del suddetto fermento. La *tripsina* agisce invece ancora sulle *sostanze proteiche* non intaccate dalla pepsina; finalmente la *steapsina* agisce sui *grassi*, *chimicamente*, scomponendoli in *glicerina* e in *acidi grassi*, i quali, combinandosi coi metalli alcalini, possono quindi *saponificarsi*.

Di questi fermenti la tripsina però, a differenza della pepsina dello stomaco, agisce in un *ambiente basico o alcalino*. Ora chi fornisce ad essa questo ambiente alcalino? È la *bile*, la quale, oltre a questa azione, esercita anche altre azioni sebbene non tutte ben note. Essa cioè agisce sui grassi, *emulsionandoli*, cioè suddividendoli in minutissime goccioline e quindi rendendoli pure assorbibili. Inoltre pare che essa eserciti un'azione *stimolante*, eccitando le *ghiandole enteriche* a secernere a loro volta i loro succhi contenenti altri fermenti, fra i quali citiamo: l'*erepsina* che trasforma i peptoni in amino-acidi; la *maltasi* che sdoppia il maltosio in due molecole di glucosio; l'*invertina* che trasforma il saccarosio in glucosio e levulosio; cosicchè, in definitiva, il chimo si trasforma in *chilo* e il processo descritto si chiama *chilificazione*. *Fare il chilo* significa quindi attendere che tutto il cibo sia trasformato in sostanze solubili, pronte quindi per essere *assorbite*; e questo assorbimento si verifica nell'intestino tenue dove si trovano abbondantissimi i villi intestinali.

Le parti del cibo non assorbibili o non digerite passano oltre nel crasso, da dove poi verranno espulse.

È da notarsi però che vi è assorbimento anche nello stomaco, sebbene in questo organo sia lento ed incompleto.

Fig. 475. - Sezione di un villo intestinale. (a fortissimo ingrandim.) a) epitelio: b) vasi sanguigni, c) vaso linfatico.

L'assorbimento.

Si è detto che l'assorbimento delle sostanze nutritizie avviene specialmente nell'intestino tenue, dove numerosissimi si trovano i *villi intestinali*.

Queste piccolissime sporgenze della mucosa intestinale (fig. 475) sono rivestite da un epitelio con due sorta di cellule: *prismatiche* le une e *caliciformi* le altre; e, internamente, vi si trovano dei *capillari sanguigni* e un *vaso chilifero*.

Le sostanze alimentari, penetrate nel villo, seguono quindi due vie diverse: o penetrano nei *vasi sanguigni* che si raccolgono poi in una vena unica (la *vena porta*) che le conduce al fegato e di qui per le *vene sopraepatiche* si riversano nella *vena cava inferiore* ed entrano così nella *grande circolazione* generale; oppure penetrano nel *vaso chilifero* e di qui vengono condotti nella così detta *cisterna del Pecquet*, specie di serbatoio della linfa, da cui poi, per mezzo del *canale toracico* passano nel sangue anch'essi, poichè il canale toracico sbocca nella *vena succlavia di sinistra*. Acqua, sali, zuccheri e proteine seguono principalmente la via sanguigna; mentre le sostanze grasse

seguono la via linfatica. Il glucosio giunto al fegato, per la vena porta, è quivi tissato sotto forma di *glicogene*, polisaccaride detto anche *amido animale*, accumulandosi quivi come materiale di riserva, per essere poi, di mano in mano che ve n'è bisogno, ceduto di nuovo al sangue, dopo essere stato ancora trasformato in glucosio dalle cellule stesse del fegato [1]. E anche i grassi che erano stati scissi nell'intestino in glicerina e acidi grassi, si ricompongono, una volta assorbiti dal villo, in grassi neutri, come pure le proteine che erano state scomposte in amino acidi si ritrovano nel sangue sotto forma di albumine, globuline, ecc.

Tutte queste sostanze alimentari hanno dovuto quindi subire processi di scomposizione per potere essere assorbite. Ma come avviene questo assorbimento? Non si può dare una risposta precisa a questa domanda. Si è voluto affermare che si tratti solo di fenomeni di natura fisico-chimica, come l'*osmosi*, l'*imbibizione*, la *diffusione* attraverso la membrana semipermeabile del villo; ma il fatto si è che fra tutte le sostanze assorbibili passano non solo quelle cristalloidi ma anche le colloidi, e passano inoltre soltanto quelle che sono necessarie all'organismo e vengono rifiutate altre, esercitando in tal modo la membrana semipermeabile delle cellule un *potere selettivo* sulla cui natura poco o nulla si sa ancora. Al processo prendono parte anche i leucociti che si caricano nei villi dei prodotti della digestione.

Fig. 476. Corpuscoli sanguigni.
g) globuli rossi del sangue disposti a rotoli di monete; l, l') leucociti: l) mononucleare; l') polinucleare; p) piastrine.
(Ingrand. 400 volte circa).

Il sangue e la sua circolazione.

Le sostanze alimentari, una volta introdotte nel sangue, sono portate da questo in circolo, affinchè vadano nei tessuti e nelle cellule dove verranno utilizzate.

Il sangue.

Il sangue si può considerare anatomicamente come un tessuto formato da una sostanza intercellulare liquida, il *plasma*, nella quale stanno immersi gli elementi morfologici: i *globuli rossi*, i *leucociti*, le *piastrine*. Esso ha un sapore dolciastro, leggermente salato, e un odore speciale, e si distingue in *arterioso* se di color rosso vivo e ricco di ossigeno, e *venoso* se di color rosso cupo e ricco di acido carbonico.

Globuli rossi. – I *globuli rossi* detti anche *eritrociti* od *emazie* sono discoidali e biconcavi; nell'uomo e nei mammiferi sono privi di nucleo e, se osservati appena estratti dai vasi, presentano una disposizione a rotolo di monete (fig. 476). In un mmc. di sangue se ne contano nell'uomo fino a 5 milioni; nella donna un po' meno (circa 4 milioni e mezzo). Le emazie contengono sostanze albuminose

---

[1] I due fenomeni inversi della sintesi e della scissione del glicogeno sono governati dal giuoco alterno e antagonistico dell'*insulina* (*ormone* del pancreas) e dell'*adrenalina* (*ormone* delle capsule surrenali).

fra cui in prevalenza l'*emoglobina*, che dà il colore rosso ai globuli e che è capace di combinarsi con l'ossigeno per formare la così detta *ossiemoglobina*, composto assai labile, potendo di nuovo cedere ossigeno e trasformarsi in emoglobina ridotta come si dirà a proposito della respirazione.

Questa proprietà di fissare l'ossigeno sarebbe dovuta al ferro che si trova combinato con l'emoglobina.

Infatti trattando l'ossiemoglobina con acidi o alcali si osserva che essa si scompone in una sostanza colorante contenente il ferro: l'*ematina*, e un corpo albuminoso incoloro: la *globina*.

I globuli rossi durano in vita un certo tempo non ben determinabile e poi si distruggono, mentre altri se ne riformano continuamente. La loro distruzione avviene nella milza e nel fegato.

La loro nuova formazione ha luogo nel *midollo delle ossa* e, in seguito a certe malattie, anche nella *milza*, e perciò a questi organi è stato dato anche il nome di *ematopoietici* (fabbricatori di sangue).

Globuli bianchi. – I *globuli bianchi* o *leucociti* (fig. 476), scoperti dallo SPALLANZANI nel 1768, sono elementi incolori, caratteristici per i loro *movimenti ameboidi*, così detti perchè ricordano quelli delle amebe. In tal modo essi possono spostarsi nel sangue e migrare anche attraverso alle pareti vasali e inglobare inoltre bacteri. Questa funzione fu, con parola significativa detta della *fagocitosi* onde il nome di *fagociti* (mangiatori di cellule) che fu dato anche ad essi. Su questa importantissima funzione torneremo più avanti.

Anche i globuli bianchi si distruggono dopo un certo tempo, ma altri se ne formano dai *noduli* e *gangli linfatici*, dalla *milza*, dal *timo*, ecc.

I leucociti sono contenuti nel sangue in una media da 7 a 9000 per millimetro cubo.

Le *piastrine* sono elementi incolori, ovalari, piccolissimi, la cui funzione non è ancora ben nota, sebbene sembri che abbia relazione con la coagulazione del sangue.

Plasma e siero. – Se si raccoglie in un miscuglio frigorifero del sangue di cavallo, si osserva che i globuli rossi più pesanti si depositano al fondo del vaso, sopra si stratificano i leucociti più leggeri, e sopra ancora rimane un liquido che è il *plasma*.

Il *plasma* dunque è sangue, meno i globuli; e poichè contiene il *fibrinogeno*, l'elemento generatore della *fibrina* che è la causa della coagulazione del sangue, dopo qualche tempo esposto all'aria *coagula*, spremendo il *siero*, liquido giallognolo che differisce dal plasma perchè non può più coagulare.

Coagulazione del sangue. – Il sangue estratto dai vasi rapprende dapprima in una massa gelatinosa che va man mano restringendosi e formando una massa solida, opaca, rossa, il *coagulo*, e separando una parte liquida: il *siero*. Questo coagulo è costituito principalmente da una specie di reticolato filamentoso dentro le cui maglie stanno inglobati gli elementi figurati del sangue, ed il reticolo è formato dalla fibrina che deriva dal fibrinogeno del sangue.

Sangue arterioso e sangue venoso. – Si distingue il sangue *arterioso* da quello *venoso* perchè il primo ha colore rosso vivo ed è ricco di ossigeno; il secondo ha colore rosso bruno e contiene anidride carbonica in eccesso.

[illegible] circolatorio.

Il sangue circol[illegible] in un [illegible]stema chiuso di *vasi elastici* che fanno capo tutti ad un org[illegible] il *cuore*. I *vasi* sono le *arterie*, le *vene*, i *capillari*.

Cuore (fig. 477). – Il cuore è un organo muscolare, formato da fibre muscolari striate (*miocardio*), e ravvolto da una doppia membrana detta *pericardio*, in mezzo a cui trovasi un liquido sieroso che permette lo scorrere di una membrana sull'altra, consentendo così al cuore di potere dilatarsi e contrarsi liberamente. Il cuore ha forma conica, con la punta rivolta in basso e un poco spostata verso sinistra, ed è situato fra i due polmoni in una cavità detta *mediastino*, e poggia sulla convessità del diaframma. Il suo volume corrisponde in generale a quello del pugno della persona a cui appartiene.

Fig. 477. – Cuore visto dalla sua faccia anteriore.

od) orecchietta destra; *vd*) ventricolo destro; *vs*) ventricolo sinistro; *ao*) aorta con i suoi rami; *as*) arteria succlavia; *ac*) arteria carotide; *ta*) tronco brachio-cefalico, *ap*) arteria polmonare con i suoi rami (*rap*); *vs*) vena cava superiore; *au*) auricola sinistra (prolungamento cavo a margine irregolare dell'orecchietta sinistra).

Se ne esaminiamo la struttura interna (fig. 478), vediamo che esso è un organo cavo in cui si possono distinguere *quattro cavità*; due superiori dette *atrii* od *orecchiette*, e due inferiori dette *ventricoli*. Non v'è comunicazione fra orecchietta destra e orecchietta sinistra e fra ventricolo destro e ventricolo sinistro; bensì vi è comunicazione fra orecchietta destra e ventricolo destro e fra orecchietta sinistra e ventricolo sinistro mediante due fori detti *ostii*, che possono essere chiusi da una valvola la quale si apre dall'alto in basso e detta rispettivamente *valvola tricuspide*, in corrispondenza del cuore destro, e *bicuspide* o *mitrale* per quello sinistro. La valvola tricuspidale è così detta perchè costituita da una membrana divisa in tre lembi o cuspidi che si inseriscono per mezzo di filamenti robusti (corde tendinee) sopra alcuni rilievi (papille) della superficie interna del ventricolo; la bicuspide è divisa in due lembi, ed è detta anche mitrale perchè ricorda nel suo insieme la mitra di un vescovo. Altre valvole si trovano all'imbocco dei ventricoli coi tronchi arteriosi, e sono dette *valvole sigmoidee*, foggiate a *nido di rondine*, con la superficie convessa rivolta verso la cavità dei ventricoli.

Tutta la parete interna del cuore è tappezzata da una membrana endoteliale, che si chiama *endocardio*.

Arterie e vene. — Il cuore, organo centrale della circolazione, è connesso con tutto un sistema di canali o vasi sanguigni che prendono il nome di *arterie* e di *vene* (figura 479).

Le *arterie* sono destinate a portare il sangue *dal cuore verso la periferia del corpo*; le *vene dalla periferia verso il cuore*. Le arterie differiscono inoltre dalle vene perchè sono a pareti grosse, elastiche, costituite da tre tuniche: l'esterna connettivale; la media ricca di fibre muscolari lisce e di fibre elastiche; l'interna o intima endoteliale; mentre le vene, pur essendo costituite da tre tuniche simili per natura a quelle delle arterie, hanno la media meno sviluppata. Deriva da ciò che mentre le arterie sono più elastiche, contrattili e resistenti, cosicchè, se tagliate, rimangono beanti e il sangue esce con forza da esse; le vene, se tagliate, tendono ad accasciarsi ed a chiudersi; inoltre le pareti interne delle vene principali presentano delle valvole *a nido di rondine* con la concavità rivolta verso il cuore, sì da impedire con questa disposizione che il sangue refluisca in causa della diminuita pressione con cui esso ascende verso il cuore (fig. 480).

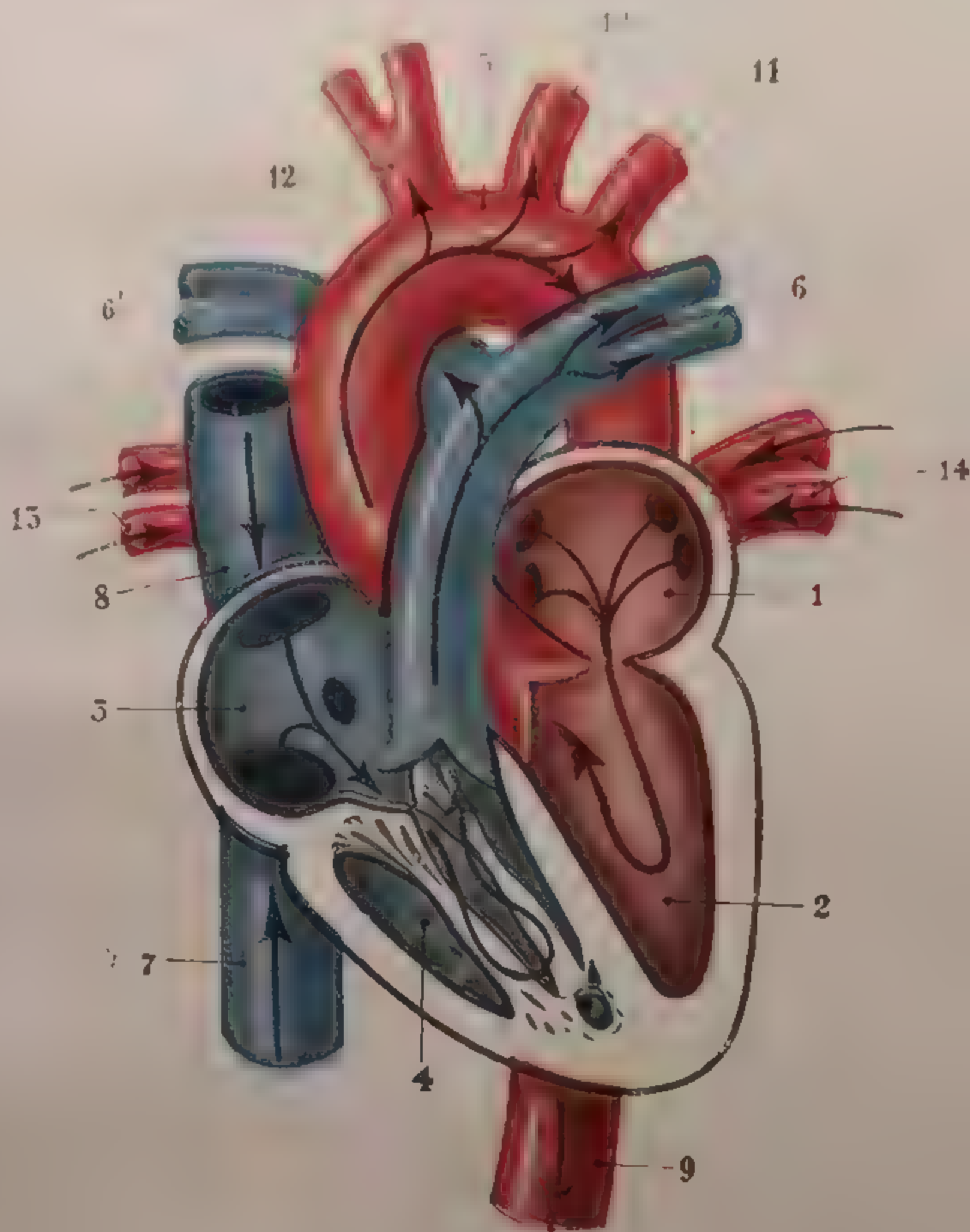



Fig. 478. - Sezione longitudinale schematica del cuore. (Le frecce indicano la direzione delle correnti).

1. Orecchietta sinistra. — 2. Ventricolo sinistro. — 3. Orecchietta destra. — 4. Ventricolo destro con valvola tricuspide. — 5. Arco dell'aorta. — 6-6'. Arteria polmonare e suoi rami. — 7. Vena cava ascendente. — 8. Vena cava discendente. — 9. Aorta. — 10. Carotide sinistra. — 11. Succlavia sinistra. — 12. Tronco brachio-cefalico dell'aorta. 13. Vena polmonare destra. — 14. Vena polmonare sinistra.

Fig. 479. Circolazione del sangue.

1. Arco aortico. — 2. Aorta. — 3. Arteria femorale sinistra. — 4. Vena cava inferiore. — 5. Vena femorale destra. — 6. Vena iliaca destra. — 7. Arteria succlavia sinistra. — 8. Arteria brachiale sinistra. 9. Vena succlavia sinistra. — 10. Carotide sinistra. 11. Arteria polmonare sinistra. — 12. Vena polmonare destra. — 13. Vena cava superiore.

Inoltre le arterie si trovano situate in generale più profondamente nei tessuti del corpo, mentre molte vene sono superficiali e visibili all'esterno per il loro colore azzurrognolo; però non mancano arterie che affiorano alla superficie (*arterie radiali del polso, temporali*, ecc.); le grosse vene sono naturalmente profonde.

La più grande arteria del corpo è l'*arteria aorta* che parte dal ventricolo sinistro del cuore; si porta dapprima in alto, poi descrive un arco (*arco aortico*) e discende parallelamente alla colonna vertebrale, dividendosi a livello della terza vertebra lombare in due grossi rami (le *arterie iliache*), che si proseguono negli arti inferiori suddividendosi sempre più in rami minori. Dall'arco dell'aorta si partono poi altri rami che portano il sangue al capo (le *carotidi*) e agli arti superiori (le *succlavie*). Inoltre, appena uscita dal ventricolo sinistro, l'arteria aorta fornisce due vasi (le *arterie coronarie* che provvedono a irrorare di sangue il muscolo cardiaco.

La più grossa vena è la *vena cava ascendente*, che raccoglie il sangue proveniente dalle parti inferiori del corpo e sbocca nella orecchietta destra del cuore. In essa sboccano le *vene sopraepatiche* provenienti dal fegato, al quale fa capo la *vena porta* che si origina dall'intestino, dal mesentere e da altri visceri. Un'altra grossa vena è la *vena cava discendente* che raccoglie il sangue proveniente dalle parti superiori del corpo e sbocca anch'essa nella orecchietta destra.

Dal ventricolo destro del cuore parte l'*arteria polmonare*, che porta il sangue ai polmoni; all'orecchietta sinistra del cuore arrivano le quattro *vene polmonari* che portano il sangue dei polmoni verso il cuore.

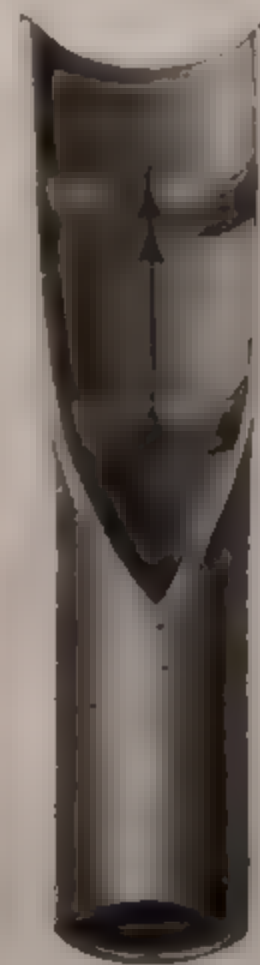
Capillari arteriosi e venosi. — Le arterie e le vene si suddividono in canali sempre più piccoli continuando a ramificarsi in una rete che si distribuisce fra le cellule dei tessuti, e nei quali il sangue scorre più lentamente passando gradatamente dagli uni agli altri, poichè tutta la circolazione forma un sistema chiuso. Questi vasi sono detti *capillari* (sottili come capelli) e si distinguono in *capillari arteriosi* e *capillari venosi*, sebbene non vi sia distinzione anatomica fra gli uni e gli altri essendo costituiti di solo endotelio.

Fig. 480. Valvole a nido di rondine nelle vene.

La circolazione del sangue.

L'organo centrale, propulsore e regolatore della circolazione del sangue è il cuore. È il cuore che dalla nascita fino alla morte pulsa continuamente e fa circolare il sangue, il quale reca gli alimenti e l'ossigeno a tutte le cellule del corpo e porta via da esse i prodotti nocivi che dovranno essere poi eliminati. È il cuore il motore principale del corpo che ha in sè stesso le cause della sua attivita ritmica, siano queste dovute ad un eccitamento delle cellule nervose del cuore (*teoria neurogena*) o ad uno speciale automatismo del muscolo cardiaco (*teoria miogena*) [1]. È il cuore l'organo principale che il medico interroga quando l'organismo dà segno di un anormale funzionamento. È il cuore che risponde subito a tutti i moti dell'animo, ora accelerando ora ritardando i suoi battiti; accelerandoli per eccitamento delle fibre nervose del *simpatico*; ritardandoli per eccitamento del nervo *vago.*

Due movimenti caratterizzano l'attività vitale di quest'organo. la *sistole* e la *diastole.* Mediante la sistole il cuore si *contrae* e spinge il sangue fuori; mediante la diastole si *rilascia* e riceve il sangue dal di fuori. Però si ha una sistole e una diastole delle orecchiette, una sistole e una diastole dei ventricoli.

Il sangue infatti, entrato nelle orecchiette, viene da queste spinto nei ventricoli sottostanti che si trovano in diastole; successivamente si inizia la sistole dei ventricoli e il sangue spingendo medialmente i lembi delle valvole li avvicina in modo che gli ostii atrio-ventricolari si chiudono, impedendo così al sangue di refluire, e poichè le valvole sigmoidi che separano ognuno dei due ventricoli dalla rispettiva arteria sono chiuse, la pressione del sangue dentro i ventricoli va crescendo fino ad un massimo, oltre il quale le valvole sigmoidi si aprono ed i ventricoli lanciano l'onda sanguigna nelle arterie corrispondenti. Quando i ventricoli sono in sistole naturalmente le orecchiette sono in diastole e nuovo sangue entra in queste. Ma mentre alla sistole delle orecchiette succede quasi subito dopo la sistole dei ventricoli con un intervallo breve detto *piccola pausa*, la successiva sistole delle orecchiette non avviene immediatamente dopo quella dei ventricoli, per dar tempo al sangue di riempire pure i ventricoli, essendo le valvole atrioventricolari ampiamente aperte; cosicchè si stabilisce un secondo intervallo di tempo, più lungo del precedente, che è chiamato la *grande pausa* o *riposo* del cuore.

(1) Secondo le ultime ricerche di ZVVAARDEMAKER, fisiologo olandese, le contrazioni ritmiche del cuore sarebbero dovute all'energia raggiante emessa dal potassio contenuto nel sangue e nei tessuti cardiaci.

Questa ord[illegible] ...ntrazioni e nei rilasciamenti del cuore costituiscono l[illegible] *cardiaca*. Applicando l'orecchio alla regione cardiaca d[illegible] ...tamente i battiti del cuore, e ad ogni battito percepire distintamente due suoni paragonabili al tic-tac di un orologio, e cioè un primo suono *più grave e prolungato* cui segue la piccola pausa e un secondo suono *più chiaro e più breve* cui segue un intervallo di tempo più lungo o grande pausa. Il primo suono o *tono cardiaco* coincide con la sistole ventricolare e chiusura delle valvole atrio-ventricolari, e il secondo tono con la chiusura delle valvole sigmoidi appena uscito il sangue e col principio della diastole ventricolare.

Fig. 481. – **Schema della circolazione sanguigna.**

os) orecchietta sinistra; *vs*) ventricolo sinistro; *i*) intestino; *f*) fegato.

L'arteria aorta che parte dal ventricolo sinistro, dividendosi, manda il sangue alle parti inferiori e alle parti superiori del corpo. — La vena cava ascendente raccoglie il sangue delle parti inferiori del corpo e sbocca nell'orecchietta di destra insieme con la vena cava discendente che raccoglie il sangue proveniente dalle parti superiori del corpo. — Questa è la *grande circolazione* distinta dall'altra che va dal ventricolo destro all'orecchietta sinistra ed è chiamata della *piccola circolazione o circolazione polmonare*.

Il battito cardiaco che coincide con la sistole ventricolare si sente anche nella regione del polso per l'affiorare della arteria radiale, la quale come tutte le arterie si gonfia ad ogni nuova onda di sangue (*polso* delle arterie). Si contano nell'uomo normalmente ogni minuto primo circa 70 battiti o *pulsazioni*, variabili però a seconda dell'età e di altri numerosi fattori.

Piccola e grande circolazione (figg. 481 e 479). – Per avere un'idea del come avviene la circolazione del sangue, supponiamo di considerare il momento in cui il sangue partendo dal *ventricolo sinistro* viene spinto dal cuore nella grande *arteria aorta*. Attraverso le diramazioni di questa esso giunge quindi ai *capillari arteriosi*, e da questi passa poi a quelli *venosi*. Ma questo passaggio si compie dopo che il sangue ha ceduto alle cellule il suo ossigeno, giacchè il sangue che scorre nell'arteria aorta è sangue *arterioso*, e ha preso invece *anidride carbonica* (proveniente dalle combustioni che avvengono nelle cellule stesse), vale a dire si è trasformato in *sangue venoso*. Dai capillari venosi allora il sangue, per mezzo della vena cava ascendente o discendente, ritorna al cuore e precisamente all'*orecchietta destra*. Da questa passa poi successivamente nel *ventricolo destro* attraverso la valvola tricuspide. Ma il ventricolo con la sua sistole lo spinge fuori e questa volta nella *arteria polmonare*; però è sempre sangue *venoso*, giacchè non ha fatto che passare attraverso il cuore senza subire nessun cambiamento. L'arteria polmonare

porta allora il sangue ai polmoni [illegible] sangue si modifica ancora perchè *cede anidride* [illegible] *arterioso*. Dai polmoni il sangue arterioso [illegible] al cuore e all'*orecchietta sinistra* di esso ma scorre nelle *vene polmonari* poichè, come si è già detto in precedenza, si chiamano vene [illegible] dalla periferia del corpo verso il cuore. Dall'orecchietta sinistra infine il sangue attraverso la valvola bicuspide o mitrale passa nel ventricolo sinistro e ritorna così al punto dal quale eravamo partiti.

Si vede dunque come non sempre sangue arterioso scorra nelle arterie e sangue venoso nelle vene; ma *sangue arterioso* scorre nelle *arterie* e *sangue venoso* nelle *vene* nella *grande circolazione*, cioè in quella che interessa la maggior parte del corpo. Viceversa, nella *piccola circolazione* o *circolazione polmonare* (così detta perchè interessa i soli polmoni) *sangue arterioso* scorre nelle *vene* e *sangue venoso* nelle *arterie*. Risulta anche da quanto si è detto che la metà destra del cuore è piena di sangue venoso e la metà sinistra piena di sangue arterioso.

La circolazione è detta *doppia* perchè il sangue passa due volte per il cuore, e *completa* perchè il sangue venoso non si mescola con quello arterioso.

Dopo 30 pulsazioni tutto il sangue ha fatto il giro del corpo, cosicchè in un minuto esso può compiere due volte il giro della doppia circolazione, sebbene con velocità differente nei varî punti del circolo. Anche la pressione che equivale a 18 cm. di mercurio nell'aorta, si riduce appena ad 1/100 di atmosfera nei capillari. Del resto il sangue non circola solo per l'impulso cardiaco ma anche per il potere elastico delle pareti delle arterie, che dopo essersi dilatate ritornano al loro primitivo calibro. Ma quale lavoro non deve fare il cuore per mantenere in circolo tutta la massa sanguigna! Si calcola che esso corrisponda nelle 24 ore a 16128 kilogrammetri, come dire a un kilogrammo lanciato a 16,128 kilometri di altezza.

La linfa e la circolazione linfatica.

Oltre al sangue e alla circolazione sanguigna dobbiamo prendere in considerazione la *linfa* e la *circolazione linfatica* che, con quella del sangue, ha stretti rapporti.

La linfa. – Che cosa è infatti la linfa? Essa non è altro che sangue, ma sangue privo di globuli rossi, ricco invece di leucociti o globuli bianchi, e che mentre contiene acido carbonico, è quasi mancante di ossigeno. È di colore bianco-gialliccio e talora anche incolore.

Circolazione linfatica.

Abbiamo visto come i capillari sanguigni siano vasi chiusi costituiti dal solo endotelio. Come fanno gli elementi cellulari a prendere dal sangue le sostanze nutritizie che questo trasporta con sè? È appunto la linfa che si incarica di questo; giacchè questo liquido bagna tutti gli interstizi esistenti fra le cellule, e le sostanze nutritizie del sangue che attraversano le pareti dei capillari passano nella linfa e da questa alle cellule (fig. 482). D'altra parte da questa finissima rete

interstiziale si originano dei *capillari linfatici*, che hanno per iscopo di esportar quella parte del plasma [illegible] e che può ancora essere utilizzato, per le sost[illegible] parti del corpo, giacchè quest[illegible]

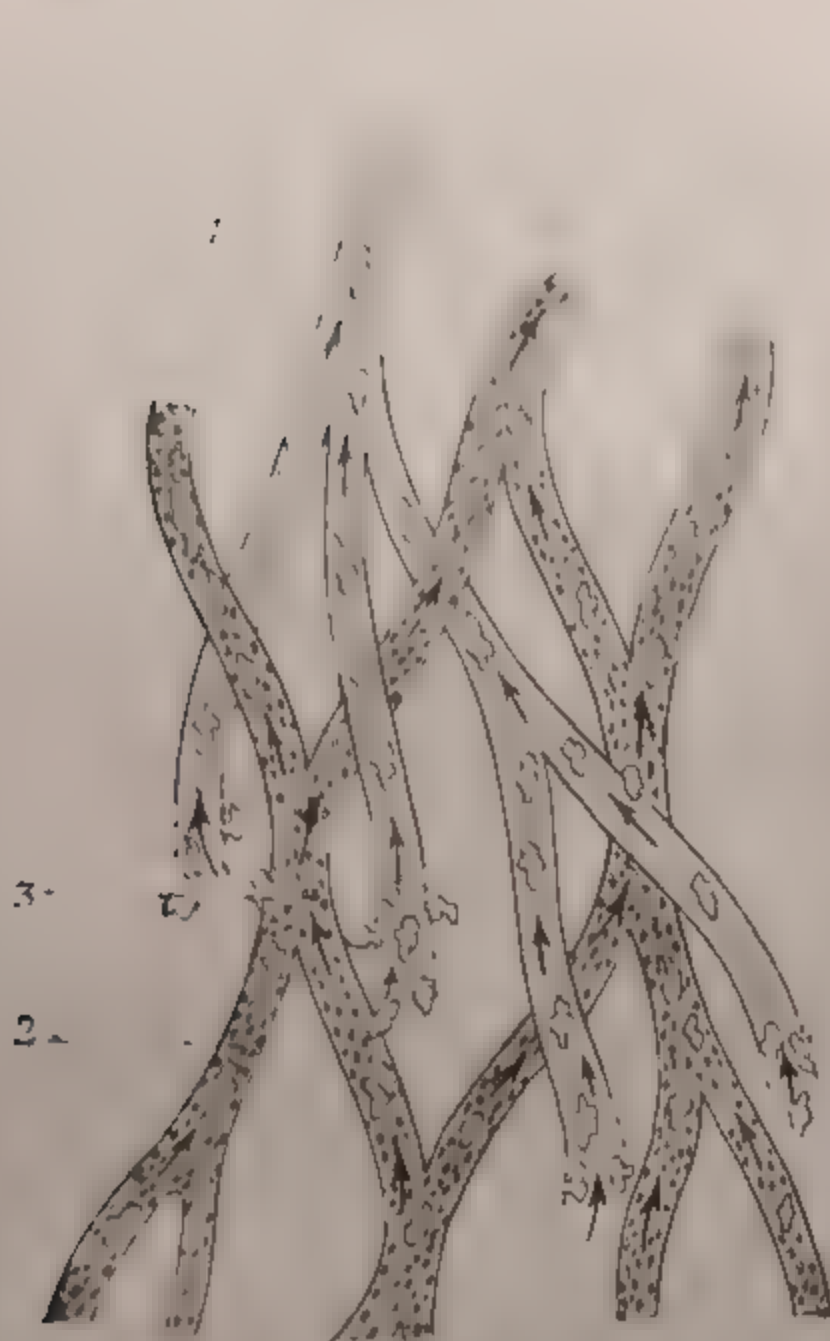



Fig. 482. – Origine dei vasi linfatici fra i vasi sanguigni. (Schematico).

1. Vaso linfatico con numerose radici. — 2. Capillari del sangue con globuli bianchi internamente. — 3. Globuli bianchi usciti o che stanno per uscire dai vasi sanguigni e penetrano nei linfatici.

Fig. 483. – Vaso linfatico con valvole a nido di rondine.

Fig. 484. – Ganglio linfatico. (Ingrandito e schematico).

capillari linfatici si raccolgono in vasi sempre più grossi che fanno capo a due grandi tronchi o canali linfatici, i quali si mettono in comunicazione con la circolazione sanguigna. Questi canali sono infatti il *canale toracico*, che raccoglie tutta la linfa proveniente *dall'intestino e dalla metà sinistra del corpo* e sbocca nella *vena succlavia sinistra* in prossimità del punto di congiunzione di questa con la vena giugulare sinistra; e la *grande vena linfatica*, che raccoglie la linfa proveniente dalla *parte destra* del capo e del torace e sbocca nella *vena succlavia destra*. Inoltre la linfa riceve ancora dalle cellule tutti quei materiali inutili e dannosi che devono essere asportati ed eliminati; li riconduce al sangue e lascia ad esso l'incarico di portarli agli organi destinati a questa eliminazione.

Si vede dunque come la linfa eserciti un'azione di *drenaggio* continuo e serva da intermediario fra il sangue e i tessuti acquistando, così una funzione importantissima per la nutrizione e per il ricambio.

I *vasi linfatici* somigliano per la loro costituzione alle vene, infatti vi si notano internamente delle *valvole a nido di rondine* (fig. 483) che hanno l'ufficio di impedire il reflusso della linfa e di favorirne la circolazione, giacchè la pressione nell'interno dei vasi linfatici è assai debole essendo in gran parte regolata dal cuore che ne è lontano. Sul tragitto dei vasi linfatici si trovano inoltre ogni tanto dei piccoli rigonfiamenti di sostanza molle variabili per forma e per volume, detti *gangli linfatici* (fig. 484). Specialmente abbondanti si trovano questi gangli nel collo (figura 485), sotto le ascelle, nell'inguine. Essi sono fabbricatori di *leucociti* e agiscono come filtri attraverso i quali la linfa si purifica. Nei casi di infezione essi si ingrossano, si tumefanno e possono anche dare origine ad ascessi purulenti (*scrofola*). Inoltre nei gangli i leucociti esercitano la loro azione *fagocitaria* assai più intensamente, provvedendo così a distruggere quei bacteri che sono la causa delle malattie infettive, per cui se la loro funzione non è normale ed energica l'individuo è facilmente soggetto a contrarre malattie infettive.

Fig. 485. – Gangli linfatici del collo.

Fabbricazione dei leucociti. - I leucociti si formano, oltre che nei noduli linfatici, anche nel midollo delle ossa, nelle tonsille faringee e nella milza.

La **milza** è un organo situato nella cavità addominale, a sinistra, presso lo stomaco, di colore rosso scuro, e si può considerare come una grande ghiandola linfatica. In essa si formano globuli bianchi e, in certe condizioni, nell'adulto, anche gloduli rossi, come dopo forti emorragie. Pare che avvenga in essa la distruzione dei vecchi globuli rossi e che il materiale ematico ricco di ferro, messo in

liberta nella milza, venga port[illegible] porta ed elaborato dalle cellule epatiche a sostanza [illegible].

La milza è un organo contrattile il cui volume varia facilmente. In certe malattie infettive e nelle febbri malariche [illegible] molto.

Anatomia dell'apparato respiratorio.

Apparato respiratorio. — L'*apparato respiratorio* dell'uomo è costituito dalle seguenti parti: le *vie respiratorie*, la *laringe*, la *trachea*, i *bronchi*, i *polmoni* (fig. 486).

Fig. 486. — Laringe, trachea, bronchi e polmoni. Ghiandola tiroide visibile in avanti.

1. Laringe. — 2. Cartilagine tiroidea. — 3. Osso ioide. — 4. Ghiandola tiroide. — 5. Trachea. — 6. Bronco sinistro e sua ramificazione nella massa polmonare. — 7. Polmone destro.

Vie respiratorie. – Le vie respiratorie sono formate dalle *coane* o *fosse nasali* e dalla *faringe* che è comune, come si disse, alle vie digerenti. Si puo respirare anche per la bocca, ma la via normale di entrata dell'aria è il naso, essendo le coane tappezzate da una mucosa che inumidisce e riscalda l'aria che deve entrare nei polmoni, condizione questa necessaria per la respirazione.

Laringe (fig. 486). – La laringe è un tubo formato da *diversi pezzi di cartilagine,* tenuti insieme da ligamenti e da muscoli e che prendono nomi diversi: la cartilagine *tiroide* che è formata di due pezzi disposti in modo da formare un angolo ottuso all'innanzi, la cui prominenza è conosciuta volgarmente col nome di *pomo di Adamo*; la cartilagine *cricoide* in forma di anello e situata al di sotto della precedente e al di sopra del primo anello della trachea; le due cartilagini *aritenoidi* molto piccole, di forma triangolare, con l'apice in alto e con la base poggiata sul margine superiore e posteriore della cricoide poste lateralmente. La

laringe situata nella regione del collo, anteriormente all'esofago, comunica in alto con la faringe per mezzo della *glottide*, e l'apertura di comunicazione essendo sormontata da una lamina cartilaginea (*epiglottide*) capace di abbassarsi, può essere chiusa al momento opportuno, vale a dire quando il cibo nell'atto della deglutizione deve passare dalla faringe nell'esofago. Internamente, verso il mezzo, la laringe si restringe formando una specie di fessura diretta in senso antero-posteriore, limitata lateralmente da quattro ripiegature della mucosa, due per lato, dette *corde vocali* e distinte in *superiori* ed *inferiori*. Le prime sono dette *false corde*, le seconde *vere corde vocali* perchè, vibrando, quando l'aria viene emessa con forza dai polmoni, producono un suono (fig. 487). La laringe è dunque anche l'organo principale della *fonazione* ed i suoni vocali ed articolati, variamente modificati, formano le parole, con le quali l'uomo esprime tutti i suoi pensieri e sentimenti.

Trachea (fig. 486). – La laringe comunica in basso con la *trachea*, che ha la forma di un tubo cilindrico lungo circa 12 cm. e costituito da tanti anelli incompleti posteriormente, sì che da questa parte esso risulta appiattito e ciò permette all'esofago di potersi dilatare liberamente; gli anelli sono cartilaginei e uniti da tessuto connettivo. L'interno è tappezzato da una mucosa, rivestita da un epitelio vibratile, cosicchè le ciglia delle cellule vibrando dal basso in alto espellono, insieme con muco, le particelle estranee che possono essere state introdotte e che irritano la mucosa stessa.

Bronchi (fig. 486). – All'altezza della terza e quarta vertebra dorsale la trachea si divide in due rami: i *grossi bronchi*, i quali si allontanano l'uno dall'altro, dirigendosi in basso obliquamente e penetrando nei polmoni si ramificano ripetutamente formando i *piccoli bronchi* e quindi i *bronchioli* o *bronchi terminali* o *capillari*, che finiscono in una vescichetta o specie di grappolo detta *infundibolo* o *vescicola polmonare*. I bronchioli capillari non sono più fatti di tessuto cartilagineo, ma di tessuto fibroso muscolare, con epitelio fornito di ciglia vibratili.

1

2

Fig. 487. – Laringe vista dal di sopra.
1. Corde vocali contratte durante la fonazione. — 2. Corde vocali aperte.

Polmoni (fig. 486). – Là dove i grossi bronchi incominciano a loro volta a ramificarsi essi penetrano in due masse che formano gli organi principali della

respirazione: i *polmoni*. I polmoni sono situati nella gabbia toracica *uno a destra* e *uno a sinistra*, separati fra loro da una cavità: il *mediastino*, entro la quale si trova il cuore. Essi hanno la forma di un semicono con l'apice rivolto in alto e con la base concava e modellata sulla faccia superiore del diaframma. Ogni polmone è diviso da scissure in lobi: quello sinistro in due e quello destro in tre lobi. Hanno un colore rosa nel giovane, grigio ardesia nell'adulto, e presentano alla superficie delle piccole aree poligonali corrispondenti ai lobuli polmonari. I polmoni sono avvolti da una membrana sierosa detta *pleura* ripiegata su se stessa in modo da distinguersi in essa due foglietti: uno *viscerale* che aderisce a tutta la superficie del polmone, e uno *parietale* che si trova a contatto con le pareti del torace. Tra l'uno e l'altro foglietto si trova un siero che consente ad essi di poter scorrere l'uno sull'altro permettendo così i movimenti dei polmoni durante la respirazione. Se il liquido aumenta, come nella nota malattia detta *pleurite*, si ha una vera e propria cavità fra l'uno e l'altro foglietto.

Fig. 188. Schema di un alveolo polmonare circondato dai vasi sanguigni.

Il tessuto polmonare è molle, elastico e spugnoso e ciò è dovuto alla sua struttura interna. Infatti gli *infundiboli* sono a loro volta suddivisi in tante piccole cavità dette *alveoli polmonari*, che sono come gli acini del grappolo (fig. 188). Nello spessore delle pareti sottili di questi alveoli polmonari si diramano i capillari arteriosi recanti il sangue dalle arterie polmonari, e quelli venosi con i quali essi si continuano e che portano il sangue alle vene polmonari. Cosicchè in definitiva il *polmone* è costituito dall'insieme dei *piccoli bronchi* con le loro ramificazioni, degli *alveoli*, del *tessuto connettivo* che occupa tutti gli interstizi, dei *vasi sanguigni* e dei *nervi* che decorrono nello stesso connettivo. Il numero degli *alveoli polmonari* è tale che se fossero disposti in superficie, uno di seguito all'altro, occuperebbero uno spazio equivalente a 200 metri quadrati.

Fisiologia della respirazione.

Meccanismo della respirazione. – Il meccanismo della respirazione è caratterizzato da due movimenti che si alternano ritmicamente: uno mediante il quale si introduce aria nei polmoni e che è detto della *inspirazione*, e l'altro per cui l'aria viene espulsa e che è detto della *espirazione*.

L'*inspirazione* si compie perchè i muscoli inspiratori del torace (muscoli intercostali), contraendosi, dilatano la cavità toracica e i polmoni pure allora si dilatano con conseguente rarefazione dell'aria contenuta nel loro albero bronchiale; per tale rarefazione si produce nell'interno una diminuzione di pressione, rispetto all'aria esterna, per cui questa è costretta ad entrare nei polmoni. Il muscolo respiratorio più importante è però il *diaframma*, il quale allo stato di riposo è sollevato e incurvato a volta; ma contraendosi, si distende e si abbassa, ampliando così soprattutto il diametro verticale del torace. L'*espirazione* si ha per il ritorno alla loro posizione di riposo delle parti che erano state spostate durante l'inspira-

zione. Il diaframma si solleva; la cavità toracica si restringe, e l'aria interna, avendo una pressione maggiore di quella esterna, è costretta ad uscire.

A seconda che prevale l'azione dei muscoli inspiratori intercostali o del diaframma, si distingue una respirazione prevalentemente di *tipo costale* o *addominale*. In coloro che sono costretti a fare vita sedentaria prevale la respirazione di tipo addominale, cosicchè le parti superiori del polmone restano quasi inattive e ciò è sommamente antiigienico. Così pure è da sconsigliarsi nella donna l'uso del busto prevalendo in essa la respirazione di tipo toracico.

In media l'uomo adulto compie 16 atti respiratori al minuto, introducendo ad ogni inspirazione circa mezzo litro di aria: cosicchè nelle 24 ore si introducono nei polmoni oltre 11000 litri di aria.

Ricordiamo anche che ad ogni atto respiratorio normale solo una parte dell'aria viziata contenuta nei polmoni si rinnova. Cosicchè è necessario sottoporre ogni tanto il polmone ad una vera e propria *ginnastica respiratoria*, facendo inspirazioni profonde che rinnovano l'aria nei polmoni assai più completamente e rapidamente.

ATTI RESPIRATORI MODIFICATI. – Sono questi la *tosse*, lo *sternuto*, lo *sbadiglio*; dovuti ad una inspirazione profonda a cui seguono uno o più colpi espiratori più o meno rumorosi. Anche il *riso* ed il *pianto* si hanno quando ad una inspirazione profonda, ma interrotta, segue l'espirazione egualmente interrotta.

Il *russare* è dovuto ad una inspirazione rumorosa per il rilasciamento del velo pendulo palatino. Il *singhiozzo* è prodotto da una inspirazione ed espirazione rapidissime, causate dalla convulsiva contrazione del diaframma.

A volte la respirazione è ostacolata — e questo si verifica spesso nei bambini — da grandi masse di tessuto linfatico poste nella parte posteriore della faringe nasale; masse di tessuto adenoideo o *adenoidi*. Allora i bambini dormono a bocca semiaperta, russano, e sono inquieti. Queste vegetazioni adenoidi hanno grande importanza perchè portano conseguenze nell'orecchio, nella laringe e nei bronchi e hanno influenza sullo sviluppo del corpo e mentale, tanto che si parla in medicina di una *facies adenoidea* tipica con sindrome psichica caratterizzata da facile stanchezza all'attenzione, difetto di memoria, sonnolenza. In questi casi bisogna ricorrere all'asportazione delle adenoidi con operazione chirurgica.

Chimismo della respirazione. – L'aria che noi introduciamo nei polmoni ha la seguente composizione: *ossigeno* 20,95%; *azoto* 79,02%; ***anidride carbonica*** 0,04%. Se facciamo ora l'analisi dell'aria che esce dai polmoni troviamo: *ossigeno* 16,17%; *azoto* 79,02%; *anidride carbonica* 4%.

L'aria espirata contiene dunque meno ossigeno di quella inspirata e più anidride carbonica. Possiamo provare che nella espirazione emettiamo anidride carbonica con una semplice esperienza: soffiando, cioè, mediante un cannello di vetro, entro una soluzione di *acqua di calce*: si vede la soluzione intorbidarsi per la formazione del *carbonato di calcio insolubile*. Se alitiamo contro una lastra di vetro freddo vediamo questa appannarsi; segno che con l'aria espirata emettiamo anche *vapor d'acqua*. Ma insieme con essa sono emesse, in tracce, alcune sostanze tossiche e volatili.

È negli *alveoli polmonari* che avviene questo scambio di gas; presa di ossigeno da parte dell'emoglobina del sangue che si combina con esso per formare

[illegible] ente del sangue venoso. Qu[illegible],
l'ossiemoglobina, [illegible] chimica e l'aria alveolare avviene,
scambio gassoso [illegible],
secondo l'opinione più accettata, [illegible] processo fisico di *diffusione* che si
compie attraverso le sottili [illegible] membrane che separano il sangue dei capillari
del polmone dall'aria alveolare, ed è regolato dalla differenza di tensione dei
gas contenuti nel sangue e nell'aria degli alveoli polmonari. Secondo altri le
cellule che formano le membrane parteciperebbero attivamente mediante secre-
zioni a questo scambio gassoso (*teoria secretoria*).

Respirazione interna. — Lo scambio gassoso, quale noi abbiamo più sopra considerato, è un fenomeno superficiale e non ci dice nulla sulla natura vera della respirazione, sul suo significato e sulla sua importanza per la vita dell'organismo. Occorre vedere invece dove viene portato l'ossigeno che il sangue ha preso nei polmoni e da che cosa proviene l'anidride carbonica che il sangue libera nei polmoni stessi. Occorre cioè considerare la *respirazione interna*.

Il sangue circolando trasporta l'ossigeno ai tessuti e alle cellule. Ora che cosa fanno le cellule di questo ossigeno?

Ricordiamo qual'è la proprietà chimica dell'ossigeno; è quella di mantenere la *combustione* delle sostanze, e si sa che ogni combustione avviene con *sviluppo di energia* sotto forma di *calore* e se la combustione è viva anche di *luce*, mentre i prodotti che ordinariamente si svolgono nelle combustioni sono *anidride carbonica* ed *acqua*.

Orbene nelle cellule avviene pure una combustione, ma *lenta* anzichè rapida, tale sempre però da dare origine a sviluppo di energia sotto forma di calore e a formazione di *anidride carbonica ed acqua*. L'ossigeno fa da comburente e le sostanze alimentari fanno da combustibile. Il sangue infatti porta alle cellule non solo l'ossigeno, ma anche gli alimenti, e questi, come si sa, sono a base di *carbonio*. Sono specialmente gli *idrati di carbonio* (zuccheri) che forniscono il combustibile più adatto (*energetico*). Ma come per le reazioni chimiche in genere occorre che i corpi siano messi in condizione di reagire (nelle condizioni ordinarie occorre *accendere* il corpo che deve bruciare — ossia elevarne la temperatura — così le ossidazioni si compiono nell'organismo per mezzo di un *attivatore* che è la *ossidasi*, funzionante perciò da catalizzatore.

L'anidride carbonica e il vapor d'acqua vengono poi presi dal sangue, il quale, continuando la circolazione, riporta questi prodotti ai polmoni dove vengono eliminati; come se si trattasse di un camino il cui focolare stesse nell'interno delle cellule.

Ora è chiaro il significato della respirazione; se questa non è che una *ossidazione*, la cellula trae da essa *energia* sotto forma di *calore*. Questa fonte di energia rappresenta per la cellula e per l'intero organismo una *necessità vitale*. Infatti questa energia non serve soltanto a mantenere nel corpo una certa *temperatura*, senza la quale gli organi non potrebbero funzionare; ma questa energia termica può essere in parte trasformata in energia *meccanica di movimento*. È noto dalla fisica, infatti, che dal calore si può ottenere *lavoro*, come si verifica, ad esempio, nella macchina a vapore.

Si vede dunque da quanto abbiamo detto che *nutrizione* e *respirazione* sono due funzioni fondamentali per la vita, intimamente legate l'una all'altra.

Sarebbe inutile cioè mangiare senza respirare. Poichè se vogliamo paragonare l'organismo ad una macchina a vapore, come il mettere dentro al focolare della

macchina del carbone, senza accenderlo, non produrrebbe nè un effetto, così sarebbe inutile introdurre nell'organismo vivente carbone (alimento) se questo non venisse poi bruciato (respirazione) nell'interno dei tessuti e delle cellule.

Possiamo ancora allargare di più il concetto della respirazione. In verità se respirare vuol dire *liberare energia* è evidente che, in questo senso, può aversi respirazione anche senza ossigeno. Infatti basta che l'organismo sia in grado di procurarsi energia e trovi il modo di ottenerla anche senza ricorrere all'ossigeno perchè possa vivere egualmente.

È il caso di quei funghi microscopici (*Saccaromiceti*) che determinano la *fermentazione* del mosto di uva. Essi in un primo tempo sono *aerobi*, cioè respirano l'ossigeno atmosferico; ma in un secondo tempo diventano *anaerobi*, vale a dire fanno a meno dell'ossigeno dell'aria perchè traggono l'energia di cui abbisognano dallo zucchero (glucosio) contenuto nel mosto di uva. Essi cioè *respirano gli zuccheri*, e questo possono farlo giacchè posseggono nel loro corpo un *enzima* col quale scindono il glucosio in alcool etilico e in anidride carbonica e questa decomposizione chimica della sostanza avviene con sviluppo di energia.

Di ciò si approfitta, come è noto, per ottenere dal mosto fermentato il vino giacchè l'enzima agisce anche fuori della cellula e scompone una grande quantità di glucosio.

Calore animale. Assimilazione e disassimilazione. Bilancio organico.

Calore animale.

Il calore animale ha la sua fonte, come già si è detto, nei processi chimici che si svolgono incessantemente nell'organismo.

Studiando il calore prodotto dall'organismo animale mediante speciali apparecchi detti *calorimetri*, si è potuto stabilire che vi è una perfetta corrispondenza fra il calore determinato al calorimetro e le calorie calcolate dalle sostanze ingerite: ossia *le sostanze nutritive organiche bruciano nel corpo animale precisamente come in un calorimetro. Nell'alimento dobbiamo dunque riconoscere la fonte del calore animale*. D'altra parte, se ad un animale posto in un calorimetro si fa eseguire un lavoro meccanico, si è visto che *una parte dell'energia chimica potenziale dell'alimento si trasforma in lavoro* (che si può calcolare in kilogrammetri).

Dalle ricerche calorimetriche risulta anche che un uomo medio, a riposo assoluto, produce nelle 24 ore, 1680 calorie: ma questo numero varia a seconda dell'età, del sesso, del lavoro, ecc.

Quando la temperatura esterna si abbassa sentiamo maggiore il bisogno di muoverci, di far contrarre i muscoli, di aumentare cioè la produzione di calore; viceversa se la temperatura si innalza, entrano in funzione i così detti *poteri termoregolatori* come sarebbe, ad es., la circolazione cutanea più vivace e la secrezione del sudore, che favorendo la perdita di calore producono raffreddamento nel corpo. Gli indumenti servono poi a difenderci dal freddo o a cedere più o meno presto il calore all'aria circostante. D'inverno sentiamo anche il bisogno di una alimentazione più abbondante, poichè le combustioni organiche si fanno più in-

tepse. I *brividi* sono scosse muscolari che possono essere date da causa *riflessa* (come un raffreddamento esterno della pelle) o da causa *centrale*. In questo caso si tratta di un abbassamento di temperatura provocato dall'azione di veleni endogeni e di una reazione dell'organismo che va riprendendo gradatamente la sua temperatura normale (secondo RICHET).

Vi sono animali come il riccio, la marmotta, il pipistrello, *ecc.*, che al sopraggiungere dell'inverno cadono in *letargo*, condizione ottima per preservarsi dal freddo, essendo in questo stato ridotte tutte le principali funzioni vitali al minimo indispensabile.

In generale l'uomo resiste molto meno al caldo che al freddo.

Assimilazione e disassimilazione. – Abbiamo paragonato poc'anzi il nostro organismo ad una macchina a vapore, ma questo paragone deve essere inteso più che altro come una analogia che serva a far meglio comprendere il fenomeno della combustione lenta che avviene nell'interno delle cellule; giacchè fra organismo vivente e macchina esiste questa differenza fondamentale: che mentre nella macchina il materiale, che in seguito al lavoro, si logora e si consuma, deve essere sostituito da materiale nuovo e da pezzi di ricambio, l'organismo vivente invece *provvede da sè* alla ricostituzione di quella sostanza vivente di cui è formata la cellula: il *protoplasma*, che dicemmo già essere la *base della vita*.

In che modo avviene questo? Mediante il processo detto della *assimilazione*.

Le sostanze alimentari che il sangue porta alle cellule incessantemente, in parte, come abbiamo detto, vengono ossidate per ricavarne energia, ma in gran parte vengono *assimilate*, ossia trasformate in sostanza protoplasmatica *simile* a quella di cui la cellula è costituita. Sono specialmente le sostanze proteiche che costituiscono il materiale *plastico* atto alla costruzione. *Non sappiamo come ciò avvenga*, sebbene si debba pensare che a base di esso stiano fenomeni di natura fisico-chimica; e infatti si tratta di processi di scomposizione e di ossidazione delle sostanze alimentari, specialmente di quelle proteiche e azotate con conseguente formazione di prodotti di rifiuto; sappiamo però che scopo ultimo della *nutrizione*, intesa in senso largo, cioè con tutti i suoi processi di digestione, circolazione, ossidazione, è appunto l'*assimilazione* per cui la cellula, e quindi l'organismo intero, conserva intatta la sua integrità e può svolgere tutte quelle funzioni che sono proprie della vita e cresce e si sviluppa fabbricando sempre nuova sostanza vivente.

Al processo di assimilazione o costruttivo fa riscontro il processo inverso della *disassimilazione* o distruttivo. Per esso la sostanza viva, il protoplasma delle cellule si disintegra e si decompone.

Bilancio organico. – La vita di un organismo si svolge in una continua attività di ricambio materiale. Si chiama *metabolismo* questo ricambio materiale e si distingue in esso la fase *anabolica* o costruttiva e la fase *catabolica* o distruttiva.

Il rapporto fra quello che viene assimilato e quello che viene disassimilato si chiama *bilancio organico*.

Come in una azienda il bilancio può essere *attivo*, o in *equilibrio*, o *passivo*; e si dice attivo quando le entrate sono maggiori delle uscite; in equilibrio quando si compensa l'attivo col passivo; passivo quando le uscite sono maggiori delle entrate; così si verifica anche in un organismo un bilancio organico che sarà attivo quando l'assimilazione prevale sulla disassimilazione; in equilibrio quando

vi è compenso; passivo quando la disassimilazione prevale sulla assimilazione. Naturalmente nel primo caso l'organismo guadagna di più di quello che spende, e ciò avviene normalmente durante il periodo dello sviluppo e dell'accrescimento del corpo; nel secondo caso si ha lo stato adulto; nel terzo caso la vecchiaia e il deperimento del corpo.

Però questo rapporto può essere alterato anche in ognuna di queste fasi.

Fatiche troppo intense, strapazzi, malattie, possono alterare il bilancio; il peso del corpo diminuisce e si rende necessario un intenso processo di ricostruzione.

La morte. – L'invecchiamento porta alla morte dell'individuo. Ma qual'è l'intima essenza del fenomeno della morte? Sono state formulate diverse teorie in proposito. Per alcuni (DELAGE) si tratta di una necessità di ordine superiore in armonia con le leggi della evoluzione e della economia della natura. Per altri di una necessità derivante dal fatto che quanto maggiore è il differenziamento morfologico del corpo, tanto minore è il potere assimilatore, e con l'invecchiamento i processi assimilatori vengono meno grado a grado. Anche dopo l'arresto della respirazione e del battito del cuore, molte cellule e tessuti restano in vita, come i leucociti che continuano a migrare, gli epiteli che continuano a crescere Ma il problema nella sua essenza rimane altrettanto oscuro quanto quello della vita.

Piuttosto sono interessanti dal punto di vista pratico e sperimentale le indagini che si sono fatte per vedere se è possibile prolungare la vita e opporsi al fenomeno dell'invecchiamento naturale.

Un *ringiovanimento* sperimentale si è ottenuto basandosi sull'azione degli *ormoni* sessuali. Sono celebri a questo proposito le esperienze compiute da S. VORONOFF, che utilizzano materiale tratto da scimmie superiori per l'uomo. Ma pare che si tratti di un'azione di corta durata.

Per il PENDE la *giovanilità* dell'organismo dipende dall'armonico funzionamento delle *ghiandole endocrine*; quindi meglio è introdurre nell'organismo i prodotti attivi di queste ghiandole o procedere all'innesto di quelle più importanti (*ipofisi*, *tiroide*, *ghiandole interstiziali*).

Gli esperimenti fatti fino ad ora hanno certamente un grande valore biologico in quanto hanno dimostrato la grande importanza che hanno per la vita certe sostanze immesse nel sangue dalle ghiandole endocrine; ma hanno dimostrato anche che, se è possibile creare una temporanea e artificiale esaltazione dei poteri vitali dell'organismo, questo finisce poi egualmente col soggiacere al suo fatale destino. Esso però muore come *individuo*, non come *specie*: poichè mentre le cellule del suo corpo (*cellule somatiche*) periscono, le *cellule generatrici*, capaci di sviluppare un nuovo organismo, conservano intatta la loro vitalità e tramandano di generazione in generazione la fiaccola della vita.

Escrezione e secrezione.

Le cellule dunque rigettano nella linfa e nel sangue tutti quei prodotti gassosi, liquidi e solidi che in seno ad esse si vanno formando in seguito alle complesse, e per lo più ignote ancora reazioni chimiche, che in parte sono dovute a processi di ossidazione, in parte a processi di scomposizione graduale delle sostanze alimentari. I prodotti gassosi (anidride carbonica) prendono, come si è già detto, la via dei polmoni; i prodotti solidi (urea) quella dei reni.

Tutte queste sostanze sono dette di *escrezione* per distinguerle da altre sostanze che le cellule sono capaci di elaborare e che, essendo utili per l'organismo, non vengono rigettate all'esterno (sostanze di *secrezione*).

Vediamo di conoscere le une e le altre.

Gli organi della escrezione.

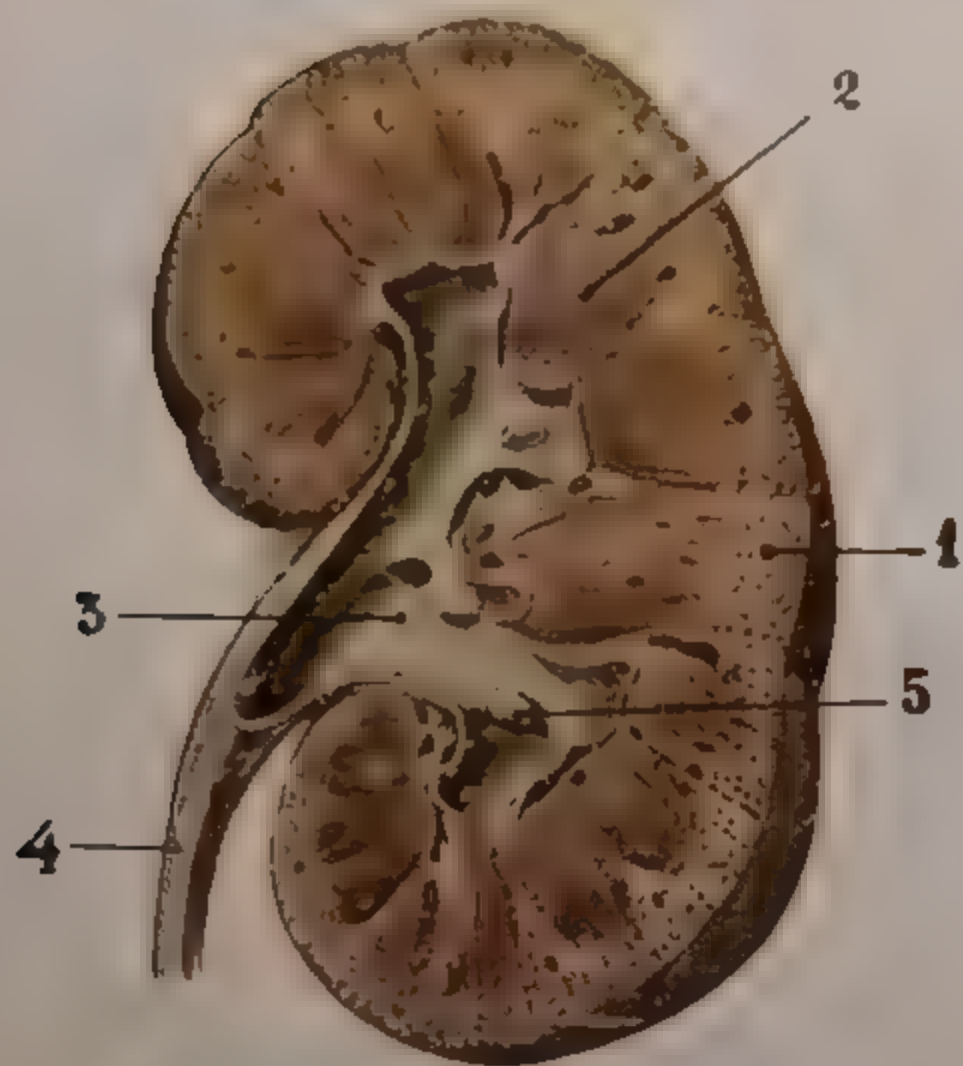
Reni. – I reni sono due ghiandole di color rosso bruno aventi forma di fagiuolo (figg. 1 e 489) e situate nella cavità addominale, immediatamente sotto al diaframma, ai lati della colonna vertebrale e con la loro concavità rivolta verso questa. Da una insenatura centrale (detta *ilo*) di questa concavità, esce il condotto destinato a portare via l'urina, il così detto *uretere*, e ne esce pure la *vena renale*, mentre vi penetra l'*arteria renale*. Il rene è avvolto da una *capsula adiposa*, che è una dipendenza del connettivo sottoperitoneale.

Fig. 489. – Rene sezionato.
1. Strato dei glomeruli. — 2. Piramidi del Malpighi. – 3. Bacinetto renale. 4. Uretere. — 5. Papilla renale.

La struttura interna del rene si può mettere in evidenza con un taglio verticale e mediano (fig. 489). Vi si nota così, andando dall'esterno verso l'interno: una membrana di tessuto connettivo fibrillare: la *capsula fibrosa*; una sostanza corticale granulosa di colore giallastro o *zona dei glomeruli del Malpighi*; una sostanza rosso-scura, radialmente striata o *zona delle piramidi del Malpighi*, le quali, con i loro apici, convergono tutte verso una cavità detta *pelvi* o *bacinetto renale* comunicante a sua volta con l'uretere.

Esaminando al microscopio i *glomeruli*, si osserva che essi sono così costituiti (fig. 490): un capillare proveniente dalle diramazioni dell'arteria renale, detto *arteria afferente*, si divide e si ravvolge su sè stesso formando una specie di gomitolo o di rete e si continua con l'*arteria efferente* che andrà poi a confluire nella vena renale. Il glomerulo è circondato da un involucro: la così detta *capsula di Bowmann*, da cui ha origine un *tubulo urinifero*, che da prima presenta un decorso tortuoso (*tubulo contorto di primo ordine*), poi discende in basso, rettilineo, e quindi risale formando un'ansa (*ansa di Henle*), e divenendo poi di nuovo contorto (*tubulo contorto di secondo ordine*), per mettersi quindi in comunicazione con un *tubulo collettore*, il quale raccoglie a sua volta altri tubuli renali e sbocca poi al fondo di un rilievo (*papilla renale*) che trovasi nel bacinetto renale.

La zona dei glomeruli è quindi formata da questi glomeruli e dagli inizî dei tubuli renali, e le piramidi del Malpighi dai tubuli renali collettori; cosicchè fra l'una e l'altra zona vi è rapporto di continuità.

Fisiologia del rene. – Il sangue, giunto al glomerulo, rallenta la sua velocità in conseguenza della struttura a gomitolo di esso e cede quindi le sue sostanze di escrezione (o per *filtrazione* o, meglio, per un vero e proprio processo attivo di *secrezione* delle cellule dell'endotelio vasale), le quali passano così nella capsula del Bowmann e da questa nei tubuli uriniferi e quindi nel bacinetto, per raccogliersi, attraverso l'uretere, nella vescica urinaria.

Urina. - L'urina è un liquido giallo, a reazione acida, costituito principalmente da *acqua*, *urea*, prodotto di decomposizione delle sostanze alimentari azotate e in parte delle proteine dei tessuti, *acido urico*, *creatinina* forse derivante dal logorio dei muscoli, *sostanze coloranti*, *sali minerali*, *fosfati*, *carbonati*, ecc. Il *pigmento* detto *urobilina* deriverebbe dai pigmenti biliari che soggiacciono nell'intestino a un processo di riduzione.

L'*urea* (*carbamide*) si forma principalmente nel fegato.

L'analisi delle urine viene fatta come è noto dal medico ogni qual volta vi è sospetto di *diabete*, *nefrite*, ecc., poichè nel primo caso si trovano nelle urine degli zuccheri; e nel secondo caso delle sostanze albuminoidi; queste sostanze non devono mai essere presenti perciò nelle urine normali.

Fig. 490. – Glomeruli del Malpighi e tubulo renale. (Schematico). *a*) glomerulo del Malpighi; *b*) capsula del Bowmann; *c*) tubulo contorto di primo ordine; *d*) ansa di Henle; *e*) tubulo contorto di secondo ordine; *f*) collettore; *g*) capillari sanguigni. (Fortissimo ingrandimento).

Infatti il *diabete mellito* non è altro che l'incapacità dell'organismo di utilizzare gli idrati di carbonio. La *nefrite* è una lesione del rene; (non sempre però la presenza dell'albumina nel rene è l'esponente di una malattia renale).

L'acido urico, se è in eccesso nel sangue per effetto di un disordine nel ricambio delle proteine, produce la *gotta*, malattia comune in coloro che si cibano di troppa carne e che si manifesta con attacchi dolorosi e intensi alle articolazioni specie delle mani e dei piedi.

La pelle.

La pelle limita e riveste la superficie esterna del corpo e serve principalmente a *difendere* e a *proteggere gli organi interni*. Ma, oltre a questa funzione di difesa, essa compie altre funzioni importantissime delle quali ora diremo. Vediamo intanto quale è la sua costituzione anatomica.

Nella pelle si distinguono due parti: una superiore: l'*epidermide* e una inferiore: il *derma* (fig. 491). Al di sotto del derma si trova un *tessuto connettivo* ricco di grasso, che permette alla pelle di spostarsi facilmente sugli organi con i quali essa è a contatto. Fra l'epidermide e il derma si trovano dei corpuscoli speciali (organi di senso del tatto, dei quali tratteremo più avanti).

Nell'*epidermide* si distinguono a sua volta diversi strati. Procedendo dallo esterno verso l'interno troviamo dapprima lo *strato corneo*. Esso è formato da cellule appiattite, poligonali, ma che non sono più che cellule morte, avendo subito un processo di cornificazione per trasformazione soprattutto del loro protoplasma in *cheratina*, sostanza proteica ricca di zolfo. Sotto allo strato corneo

vi è lo *strato lucido*, formato da cellule vive, pure appiattite, e visibile in seguito a qualche leggera scalfittura (*pelle viva* comunemente detta). Sotto ancora allo strato lucido vi è lo *strato granuloso* con cellule ricche di pigmento che dà il colore alla pelle, variabile specialmente da razza a razza, e finalmente sotto a questo ultimo vi è lo *strato germinativo*, costituito da cellule in via di attiva proliferazione, tanto che è facile trovare, in questo, cellule in via di divisione cariocinetica.

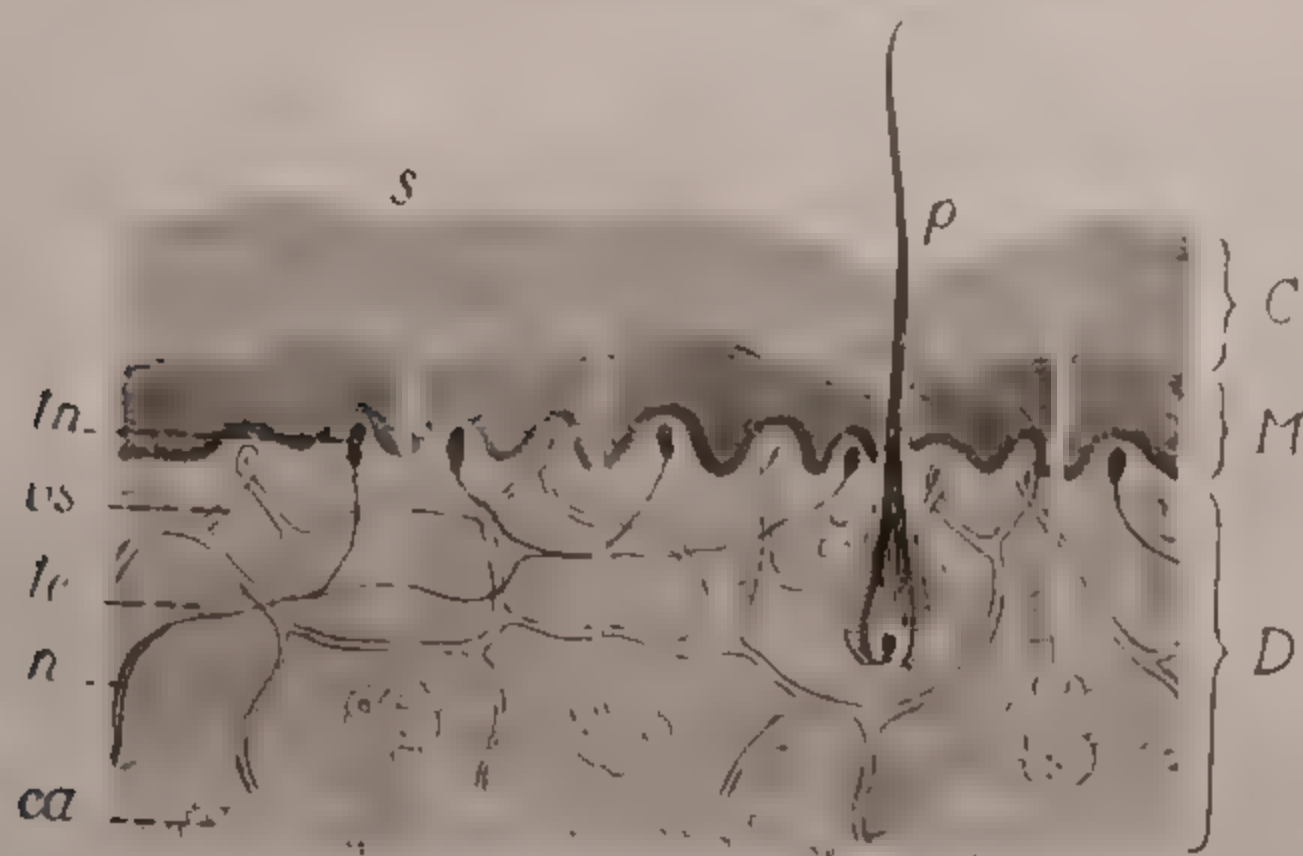



Fig. 491. — Sezione schematica della pelle.
C) strato corneo; CM) epidermide; M) strato del Malpighi; D) derma; tn) corpuscoli tattili; n) nervo; tc) tessuto connettivo; vs) vasi sanguigni; ca) tessuto adiposo; s) ghiandole sudoripare; p) pelo.

Lo strato *germinativo e granuloso*, a cui se ne aggiunge un terzo intermedio, detto delle *cellule spinose*, perchè connesse fra loro mediante prolungamenti o spine, è conosciuto anche col nome di *corpo mucoso del Malpighi*. In definitiva, lo strato più profondo è il più giovane e gli strati superiori ad esso sono sempre meno giovani, e le loro cellule subiscono continue modificazioni di forma e di natura fisico-chimica, che rappresentano altrettante fasi della loro vita. Quelle cellule che formano lo strato corneo, si staccano continuamente e sono sostituite via via dalle cellule sottostanti.

Il *derma* è formato da uno strato di tessuto connettivo compatto a struttura fascicolare. Nella parte superiore, in contatto con l'epidermide, forma delle rilevatezze dette *papille del derma*, ricche di capillari sanguigni e di terminazioni nervose. In queste si trovano le *papille tattili*, *organi di senso specifici del tatto*.

Queste papille del derma determinano, nella epidermide esterna, delle sporgenze formanti delle linee visibili specialmente nella palma della mano, e alle quali si dà il nome di *linee papillari* o *creste dermiche*. Poichè la disposizione di queste linee varia da individuo a individuo e per uno stesso individuo si mantiene costante con l'età, di questo si è tratto profitto nella polizia scientifica per il riconoscimento delle persone (*impronte digitali*).

Nella pelle si trovano inoltre altre formazioni caratteristiche, e cioè le *ghiandole sudoripare* e *sebacee*, i *peli*, le *unghie*.

Ghiandole sudoripare. – Sono le ghiandole tubolari semplici con la parte inferiore ravvolta a gomitolo, ed è questa la parte secernente il sudore.

Il *sudore* è un liquido acquoso, contenente sali inorganici, come cloruro di sodio e tracce di solfati e di fosfati e sostanze organiche, fra le quali principalmente *urea*. Una parte dell'urea può quindi essere eliminata dal corpo mediante il sudore; anzi si nota che vi è un compenso fra l'emissione di urina e il sudore, nel senso che d'estate, ad es., stagione in cui si suda di più, si orina anche di meno.

Il sudore, evaporando, produce raffreddamento, giacchè l'acqua per passare allo stato di vapore assorbe calore dal corpo; perciò la pelle esercita una fun-

zione *termoregolatrice*, contribuendo a mantenere la temperatura costante quando questa tenderebbe, o per faticoso lavoro o per il calore esterno, ad aumentare eccessivamente.

Ghiandole sebacee. — Queste ghiandole, acinose semplici o ramificate, che si trovano nel derma, sboccano per lo più nel *follicolo* di un pelo e secernono una sostanza grassa: il *sevo*, che serve a tenere morbidi i peli e a impedire che la pelle si screpoli.

Peli. — Sono produzioni cornee dell'epidermide. Essi si originano così. Dapprima le cellule dello strato generatore dell'epidermide, proliferando verso il basso, formano come una specie di cordoncino allungato, in fondo al quale si insinua una sporgenza del derma, la così detta *papilla*, nella quale si fanno strada vasi e nervi, mentre che intorno ad essa l'abbozzo del pelo si slarga, costituendo il *bulbo* del pelo. Le cellule centrali di questo abbozzo, alimentate dal bulbo, proliferano allora verso l'alto, e dànno origine al pelo propriamente detto con le sue cellule cornee. Il follicolo è dunque un tubo con la parete a contatto del pelo e con quella esterna appartenente al tessuto connettivo del derma.

Con l'età i peli si imbiancano perchè il pigmento, che è contenuto entro il loro *stelo* o *fusto*, viene assorbito.

Connessi con i follicoli dei peli sono dei sottili muscoli che si inseriscono sulla radice del pelo e li fanno drizzare in seguito a freddo o ad emozioni (*pelle d'oca*).

Le unghie sono pure formazioni cornee dell'epidermide che si approfondano nel derma. La parte posteriore (*radice* dell'unghia) si incastra nel solco formato da una piega della pelle e la parte anteriore aderisce al derma (*letto* dell'unghia) e termina con un margine libero in via di continuo accrescimento.

Sono pure da considerarsi come ghiandole cutanee le *ghiandole mammarie*, così importanti per la funzione che esse esercitano durante l'allattamento.

Riepilogando, le funzioni della pelle sono molteplici e importantissime:

1ª) La pelle serve come organo di difesa e di protezione.

2ª) Contribuisce alla funzione escretoria con l'eliminazione dell'urea contenuta nel sudore.

3ª) Esercita una funzione termoregolatrice.

4ª) Ha funzione sensoria.

Le secrezioni interne.

Abbiamo fatto distinzione fra *escrezione* e *secrezione*. Dobbiamo ora fare un'altra distinzione, e cioè fra *ghiandole a secrezione esterna* e ghiandole *a secrezione interna*. Le prime sono così dette perchè versano i loro prodotti all'esterno o in cavità interne comunicanti con l'esterno, e *sono fornite di condotto attraverso cui passa il secreto*; tali sono, ad es., le ghiandole salivari, le ghiandole gastriche dello stomaco, le ghiandole dell'intestino, il fegato, il pancreas. Le seconde invece *non hanno condotto escretore e versano direttamente i loro prodotti nel sangue*. Sono queste le così dette ghiandole a *secrezione interna* o *endocrine*, sebbene alcune fra esse non abbiano una vera e propria struttura ghiandolare, e altre non siano che tessuti particolari sparsi fra diversi organi.

L'importanza di queste ghiandole fu messa in rilievo in epoca relativamente recente soprattutto dal BROWN SEQUARD (1889), che si può ritenere come il fondatore della *endocrinologia*.

Le sostanze che queste ghiandole elaborano e versano nel sangue sono molte e complesse, ma nella massima parte di natura ignota. Lo STARLING le chiamò *ormoni* (da *ormáo* = eccito, stimolo) e altri distinsero varie specie di ormoni; ma che essi esistano ed esercitino una funzione specifica ci è provato chiaramente dagli effetti sull'organismo, specialmente da quelli che derivano da una esagerata o scarsa funzionalità di questa o di quella ghiandola endocrina.

Inoltre si è potuto stabilire che le diverse secrezioni interne si devono influenzare reciprocamente agendo su organi anche lontani, per modo che il *normale funzionamento dell'organismo non dipende soltanto dal sistema nervoso, vegetativo, tipicamente regolatore, ma anche dalla così detta correlazione umorale*. La rimozione di una sola ghiandola può sconvolgere l'equilibrio di tutto il sistema endocrino.

Le principali ghiandole a secrezione interna sono: la *tiroide* e le *paratiroidi*, il *timo*, l'*epifisi*, l'*ipofisi*, le *capsule surrenali*, la *milza*. A queste occorre aggiungere anche il *fegato* ed il *pancreas*, che, pur essendo ghiandole a secrezione esterna, funzionano anche da ghiandole a secrezione interna, e l'*appendice cecale*.

La tiroide. - Quest'organo è situato davanti alla laringe (fig. 486), in basso, ed è munito di due lobi laterali, nei quali si trovano dei corpi sferoidali piccoli, rossi: le *ghiandole paratiroidi*, in numero di due per ciascun lobo.

Già fin dal 1857 fu constatato dallo SCHIFF, che, nei casi in cui si dovette procedere all'estirpazione della tiroide si ebbe come conseguenza una serie di fenomeni morbosi caratteristici, non di rado seguiti da morte. Questi fenomeni che sono propri del *mixedema*, malattia dovuta a diminuzione della funzione tiroidea, consistono non solo in debolezza generale, gonfiore e desquamazione della pelle e dolori diffusi, ma anche in offuscamento della intelligenza, tale da portare al cretinismo e all'arresto di sviluppo del corpo (nanismo), se questo avviene nell'età giovanile. Una forma morbosa analoga è quella che si osserva in alcuni paesi di montagna (*cretinismo e gozzo endemico*). Gli individui che ne sono affetti hanno il gozzo molto sviluppato dovuto ad un ingrossamento e ad uno stato patologico della ghiandola tiroide.

La causa di questo stato morboso si ritiene soprattutto dovuta al fatto che la tiroide non elabora più a sufficienza il suo secreto: la *tiroiodina* o *iodotirina*, che, passando direttamente dalla linfa nel sangue, servirebbe a neutralizzare quelle sostanze tossiche che si troverebbero in esso in seguito al metabolismo organico. La insufficienza del secreto sarebbe dovuta alla mancanza di iodio nell'alimento, e non già all'acqua, come un tempo si riteneva.

Perciò si è pensato a curare la malattia somministrando estratti di tiroide o la tiroide fresca o con innesti della ghiandola; i risultati sono stati, nella maggior parte dei casi, apprezzabilissimi.

Fenomeni tetanici e altri fenomeni morbosi si hanno in seguito all'estirpazione delle *paratiroidi*, le quali assai più che le tiroidi avrebbero la funzione di neutralizzare le sostanze tossiche particolarmente per il sistema nervoso, ed eserciterebbero inoltre la loro influenza sul ricambio del *calcio*, la cui concentrazione nel sangue esplica la sua azione sulla contrazione dei muscoli.

Il timo. – È questa una ghiandola situata al di sotto della tiroide, davanti alla trachea, sviluppata nei primi anni di vita, ma poi destinata a poco a poco ad atrofizzarsi fino a trasformarsi nell'adulto in un tessuto adiposo. La ghiandola ha rapporti di stretta dipendenza col processo della crescenza

L'epifisi. – L'*epifisi* o *ghiandola pineale* è un piccolo organo situato nel cervello fra i così detti *corpi quadrigemini* (fig. 510). Asportando, per esperimento, questa ghiandola, a pulcini maschi, si constatò come diretta conseguenza uno sviluppo precoce degli organi sessuali e, insieme, dei così detti *caratteri sessuali secondari*, come l'istinto sessuale, il canto, la cresta, ecc. Ciò vuol dire che questa ghiandola esercita una azione inibitrice sullo sviluppo precoce di questi caratteri regolandone quindi la normale funzionalità.

L'ipofisi. - L'*ipofisi* è un'altra ghiandola che si trova pure nel cervello, ma nella parte basale di esso (fig. 510) ed è situata nella cavità formata dalla *sella turcica* dell'osso *sfenoide*. Si distingue in essa una parte anteriore, una parte intermedia e una parte nervosa. Il lobo anteriore ha una duplice funzione ormonica; è capace cioè di attivare lo sviluppo dello scheletro e di agire sullo sviluppo genitale. Il lobo intermedio ha azione vaso-costrittrice agendo sulle fibre dei muscoli lisci e provocandone la contrazione. Il lobo posteriore avrebbe invece, fra l'altro, azione vasodilatatrice.

Un'esagerata funzione della ghiandola dà luogo ad uno sviluppo esagerato delle ossa lunghe (*gigantismo*), e nell'adulto a uno sviluppo esagerato delle ossa dell'estremità della faccia congiunto a debolezza generale (*acromegalia*). Ma altre alterazioni (insufficienza) ipofisarie provocano arresto di sviluppo (*nanismo*) per turbamento della nutrizione, come l'*obesità* o eccessivo immagazzinamento dei grassi; una disfunzione di essa provoca il *diabete insipido*.

Le capsule surrenali (fig. 4). – Subito sopra ai due reni si trovano due ghiandole dette *ghiandole surrenali*, le quali secernono una sostanza che si è potuta preparare anche sinteticamente e che è stata chiamata *adrenalina*, la quale è capace di produrre un forte aumento della pressione sanguigna in seguito ad una costrizione generale delle piccole arterie. Quindi questa sostanza agisce come *vasocostrittrice* e regolatrice della pressione sanguigna.

La estirpazione delle ghiandole surrenali provoca la morte, e se si verifica in esse una lesione si produce la malattia nota col nome di *morbo bronzino* o di *Addison*, che si manifesta con colorazione bruna della pelle, abbassamento della pressione sanguigna e della temperatura, stanchezza, e altri sintomi.

La milza agisce come ghiandola a secrezione interna in quanto che secerne una sostanza (*endosplenina*) che influisce sulla muscolatura dell'intestino crasso facilitando la espulsione delle feci.

L'appendice cecale avrebbe pure, secondo alcuni, analoga funzione.

Il pancreas. – Abbiamo visto come questa ghiandola versi nell'intestino il succo pancreatico ricco di fermenti indispensabili per la digestione del cibo. Ma essa agisce anche come ghiandola a *secrezione interna* in quanto che contiene degli elementi cellulari speciali (le così dette *isole di Langherhans*) che secernono una sostanza: l'*insulina*, regolatrice del ricambio degli zuccheri e indispensabile alla formazione del glicogene nel fegato. Così nel diabete, malattia nella quale l'organismo ha perduto la facoltà di immagazzinare gli zuccheri e utilizzarli, tanto

[illegible] il glucosio è presente nel sangue e nelle urine, le iniezioni di insulina sono di grande efficacia.

Il fegato. – Anche il fegato agisce come ghiandola a *secrezione interna* col suo apparato *reticolo endoteliale* (cellule *stellate* del fegato) che ha una parte considerevole nel ricambio dei grassi e del ferro.

La riproduzione.

L'individuo è destinato a perire dopo aver compiuto il suo *ciclo vitale* (nascita, sviluppo, accrescimento, stato adulto, vecchiaia. Non così la *specie*, la quale assicura la continuità della vita attraverso le singole generazioni. Infatti l'individuo, giunto alla maturità del suo sviluppo, si *riproduce*, ossia genera uno o più individui simili a sè stesso.

Fig. 492. Uno spermatozoo.

Fig. 493. – Uovo di Echino (ingrandito 300 volte).
a) membrana; b) citoplasma (vitello); c) vescicola germinativa (nucleo); d) macula germinativa (nucleolo).

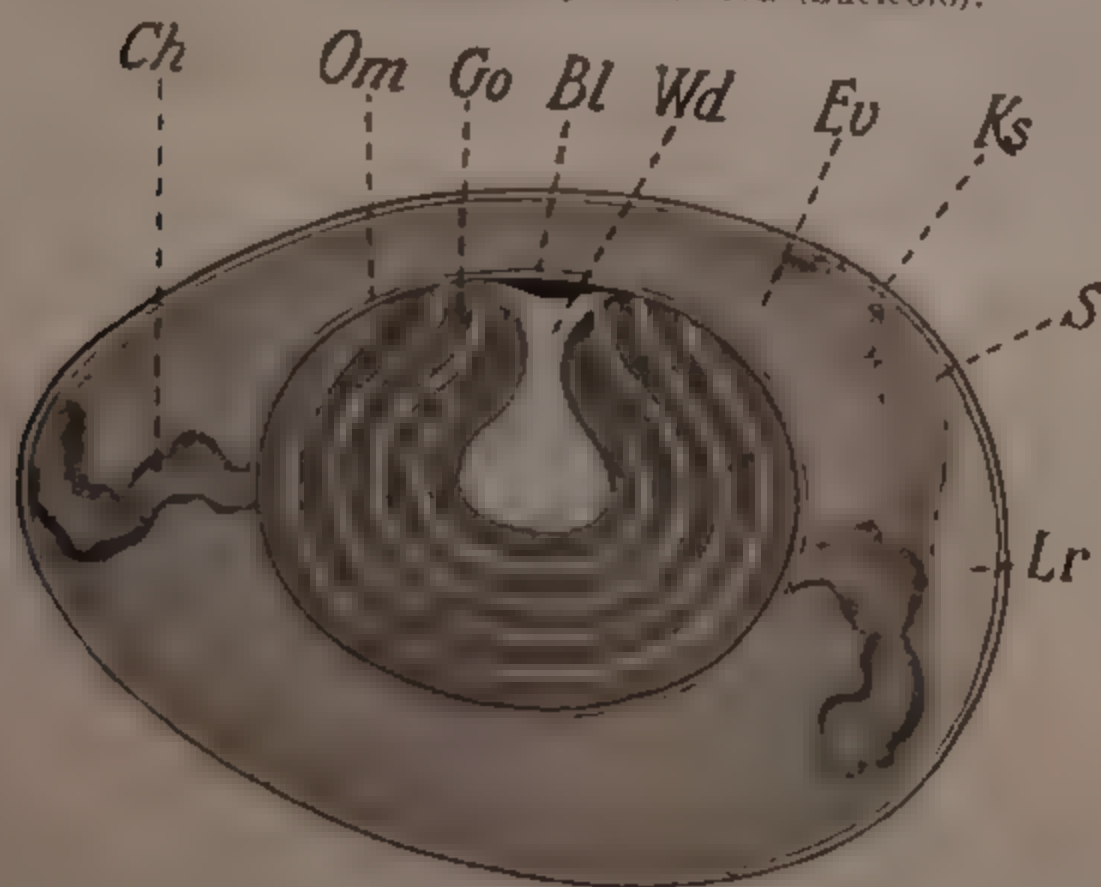



Fig. 494. – Uovo di gallina. (Sezione).
Ks) guscio calcareo; *S*) tegumento testaceo; *Ev*) albume; *Ch*) calaze; *Om*) membrana vitellina; *Go*) vitello giallo; *Wd*) vitello bianco; *Bl*) cicatricola; *Lr*) camera d'aria

Modi di riproduzione. – Abbiamo già visto nella parte speciale come la riproduzione negli animali si compia in diversi modi: *agamicamente* o *sessualmente* o alternandosi talvolta una riproduzione agamica ad una sessuata (*riproduzione alternante*).

Negli animali *unicellulari* si hanno tutte le forme di riproduzione ora considerate, con termini di passaggio fra una riproduzione agama e una tipicamente sessuale. Negli animali superiori (*Metazoi*) si ha pure riproduzione *agama*; ma quella prevalente è la *sessuale* o *anfigonica*, che si compie per mezzo di due cellule speciali, diverse da quelle che compongono tutto il corpo, ossia per mezzo dei *gameti*; quello maschile detto *spermatozoo* e quello femminile detto *cellula-uovo* (figg. 492, 493). La cellula-uovo fecondata diventa capace di generare, per divisione successiva in tante cellule, un nuovo organismo.

Che anche nei Metazoi si osservi una riproduzione agama si può vedere da alcuni esempi. Vi sono dei *Vermi anellidi* che si scindono in due parti dopo che la parte posteriore del corpo ha già rigenerato gli organi del capo. Questa forma di riproduzione

può essere provocata anche sperimentalmente, giacchè se tagliamo, ad es., un Lombrico in due, questi due pezzi rigenerano le parti mancanti, e si formano due nuovi individui, ma non va confusa col mezzo *normale* di divisione, trattandosi infatti di *rigenerazioni di parti*, ossia della facoltà che hanno gli organismi di rigenerare parti mancanti, e che è tanto più spiccata quanto più l'animale occupa un posto basso nella scala zoologica, riducendosi nell'uomo a rigenerare cellule e parti di tessuto, come avviene quando una ferita si cicatrizza e si riforma un nuovo tessuto. Nelle Lucertole si riforma la coda di cui facilmente si libera l'animale se questa viene afferrata dall'assalitore (*autotomia*).

Fig. 495. – Prole inetta.

Ma una riproduzione normale per *gemmazione* abbiamo, ad es., nell'*Idra* verde, fra i Celenterati, la quale produce delle piccole protuberanze del corpo, quasi piccole gemme, che vanno via via crescendo e poi si distaccano dal corpo formando altre Idre complete. Talvolta i nuovi individui così formati non si staccano, ma rimangono a formare, insieme con l'individuo generatore, una *colonia*.

Riproduzione sessuale. – L'*uovo* è l'elemento germinale femminile, ed è anch'esso una cellula che può essere molto piccola, come, ad es., nell'uomo (appena un quinto di millimetro), o molto grande come si ha, ad es., nell'uovo di gallina.

Se esaminiamo l'*uovo di gallina* (fig. 494) vediamo che esso risulta costituito dalle seguenti parti: *Un involucro esterno* bianco, duro, formato da sostanza calcarea; una membrana sottile sottostante (la *membrana testacea*) formata da due lamine, che, allontanandosi fra loro in corrispondenza del polo ottuso dell'uovo, lasciano uno spazio pieno d'aria (la *camera d'aria*); l'*albume* o *bianco d'uovo* e final-

Fig. 496. – Cervo volante maschio e femmina.

mente il *tuorlo* o *vitello*, che è la vera cellula uovo, la quale è molto grande perchè ricca di sostanze nutritizie formanti il protoplasma, mentre il nucleo forma una piccola zona circolare opaca (la *vescicola germinativa*), circondata da un'altra zona pellucida rappresentante il nucleolo (la *macula germinativa*). Esternamente il tuorlo è circondato da una membrana sottile (la *membrana vitellina*). Si distinguono poi nell'albume due cordoni ispessiti e spiroidi detti *calaze* a cui sta appeso il tuorlo, e si distingue inoltre, nel tuorlo, il *vitello* o *plasma nutritivo* (*deutoplasma*), che è il più sviluppato, e il *vitello* o *plasma formativo* o *protoplasma propriamente detto*, che circonda il nucleo e che dà luogo alle cellule dell'embrione.

Animali ovipari, vivipari e ovovivipari. – Questa grossezza dell'uovo di gallina e in genere degli uccelli sta in relazione col fatto che l'embrione che si svilupperà da esso, dopo la penetrazione dello spermatozoo, ossia dopo la fecondazione, deve svilupparsi senza ricevere nutrimento dall'esterno, ma utilizzando soltanto sostanze nutritizie precedentemente accumulate nell'uovo, al contrario di quanto avviene in quegli animali nei quali l'embrione si sviluppa a spese di sostanze nutritizie fornite direttamente dalla madre per mezzo del *cordone ombelicale*, che unisce l'embrione con la *placenta*, entro cui si sviluppa.

Fig. 497. – A sinistra: lo *Scarabeo Ercole* maschio e femmina; a destra: il *Brento* maschio e femmina.

Da ciò la distinzione in animali *ovipari* e *vivipari*; *ovipari* se l'uovo viene deposto e l'embrione si sviluppa fuori del corpo della madre; *vivipari* se la madre partorisce la prole viva.

Negli animali *ovovivipari* l'embrione si sviluppa dall'uovo entro il corpo della madre, ma non comunica con esso; è come se l'uovo fosse destinato a svilupparsi fuori del corpo della madre, ma invece schiude dentro e nasce la prole viva, simulando in tal modo la viviparità. Abbiamo visto nella parte descrittiva numerosi esempi di specie ovovivipare: le Vipere, gli Scorpioni, alcuni Vermi, ecc.

Fig. 498. – Maschio di *Chelorrina Polyphemus.* (Africa).

Fig. 499. – Femmina di *Chelorrina Polyphemus.* (Africa).

In certi animali ovipari, come negli Uccelli, le uova hanno bisogno di essere *covate*, ossia mantenute per un certo tempo ad una temperatura costante, affinchè l'embrione si possa sviluppare: in altri animali, come nei Pesci, questa temperatura è fornita dall'ambiente.

I piccoli che nascono dall'uovo degli Uccelli o sono in grado di nutrirsi subito da sè (*prole precoce*) o devono essere imbeccati per un certo tempo dai loro genitori (*prole inetta*) (figura 495).

I piccoli che nascono dagli animali vivipari, come nell'uomo e nei mammiferi in genere, devono essere *allattati* per un certo periodo di tempo, fino a che non sia in grado di nutrirsi da sè.

Vi sono animali ovipari, come i Pesci, che producono un numero enorme di uova (il *Muggine*, ad es., ne produce nove milioni) e questo è in relazione con il grande sterminio dei nati, giacchè, come è noto, nel mare il pesce grosso mangia il pesce più piccolo e la conservazione della specie

Fig. 500. – Nido del Cacico.

Fig. 501. – Nido di *Ortotomo*, uccello cucitore.

sarebbe posta in pericolo se alla costante distruzione non sopperisse la grande prolificità.

Nei Pesci la fecondazione *è esterna* in quanto che maschi e femmine versano i loro elementi germinali nell'acqua durante il periodo così detto della fregola.

Fig. 502. – Nido di Cinciallegra.

Partenogenesi. Eterogonia. – L'uovo può, come abbiamo già visto in alcuni casi, svilupparsi anche *senza essere stato fecondato*. Questo fenomeno è detto della *partenogenesi*, e si verifica specialmente negli Insetti sociali: Api e Formiche, ad esempio. Nelle Api questa partenogenesi è anzi volontaria, in quanto che la regina può o no fecondare l'uovo che depone; nel primo caso si genera una femmina, nel secondo caso un maschio.

Si possono avere più generazioni che si susseguono con sole femmine partenogenetiche come in altri insetti: *Afidi* o *Gorgoglioni*; *Fillossera della vite* (fig. 312) ecc.; ma, di solito, a un certo momento, ricompaiono i maschi e si ha riproduzione con fecondazione, *alternandosi così le due generazioni*. Si ha allora la *eterogonia*. Generalmente ciò avviene quando le condizioni esterne di vita della specie si rendono particolarmente difficili.

Interessanti sono alcune esperienze fatte per provocare artificialmente lo sviluppo di un uovo senza fecondazione (*partenogenesi sperimentale*).

Il Loeb potè ottenere lo sviluppo di uova di riccio di mare esponendo le uova stesse, previo trattamento con acidi, all'acqua marina resa ipertonica con l'aggiunta di cloruro di sodio, in modo da elevare la pressione osmotica; ed altri riuscirono ad ottenere lo sviluppo di uova di rana fin quasi all'adulto semplicemente pungendole. Questo fa pensare che l'azione dello spermatozoo nella fecondazione normale quale stimolante per lo sviluppo dell'uovo sia di secondaria importanza e che la fusione dei due nuclei maschile e femminile non sia per sè stessa la causa dello sviluppo, anche perchè uno spermatòzoo immesso in una parte di plasma ovulare priva di nucleo può dar luogo alla formazione di una larva. Ma l'importanza della fusione dei due nuclei sta nel fatto che essi sono *apportatori dei caratteri ereditari paterni e materni*.

Fig. 503. – Nido di Rondini dal collo bianco. (America).

La determinazione del sesso. – La possibilità di avere maschi o femmine a seconda che l'uovo non è fecondato o lo è, come abbiamo detto prima, ha fatto sorgere il problema se sia possibile determinare il sesso del nascituro e se si possa

influire sulla produzione dei sessi negli animali. Ma il problema è assai complesso. Anzitutto il momento della determinazione del sesso in un uovo fecondato è all'atto della fecondazione o prima o dopo di essa? Non si possono fare che delle ipotesi, e di queste sembra la più probabile la prima. E poi possono le condizioni di ambiente influire sulla determinazione del sesso? Alcuni pensano che una maggior nutrizione favorisca la produzione di femmine; che abbia influenza la temperatura, nel senso che una più alta temperatura favorisca la formazione di maschi: ma si tratta di semplici tentativi con resultati incerti e spesso contraddittori. Il problema è per ora lontano dalla soluzione.

Fig. 504. Nido con uova di Passero.

Metagenesi. – È l'alternanza tra riproduzione agama e anfigonia, per cui un individuo riproducendosi forma figli che differiscono da lui e si riproducono in maniera diversa. Abbiamo già visto varî esempi di questa *generazione alternante* (*Salpe*, *Meduse*, *Plasmodio della malaria*).

Fig. 505. – Cicogne e loro nido.

Ermafroditismo. – Nella riproduzione sessuale i sessi sono generalmente separati; in qualche caso si trovano in uno stesso individuo e si ha allora il così detto *ermafroditismo* (es. alcuni Vermi).

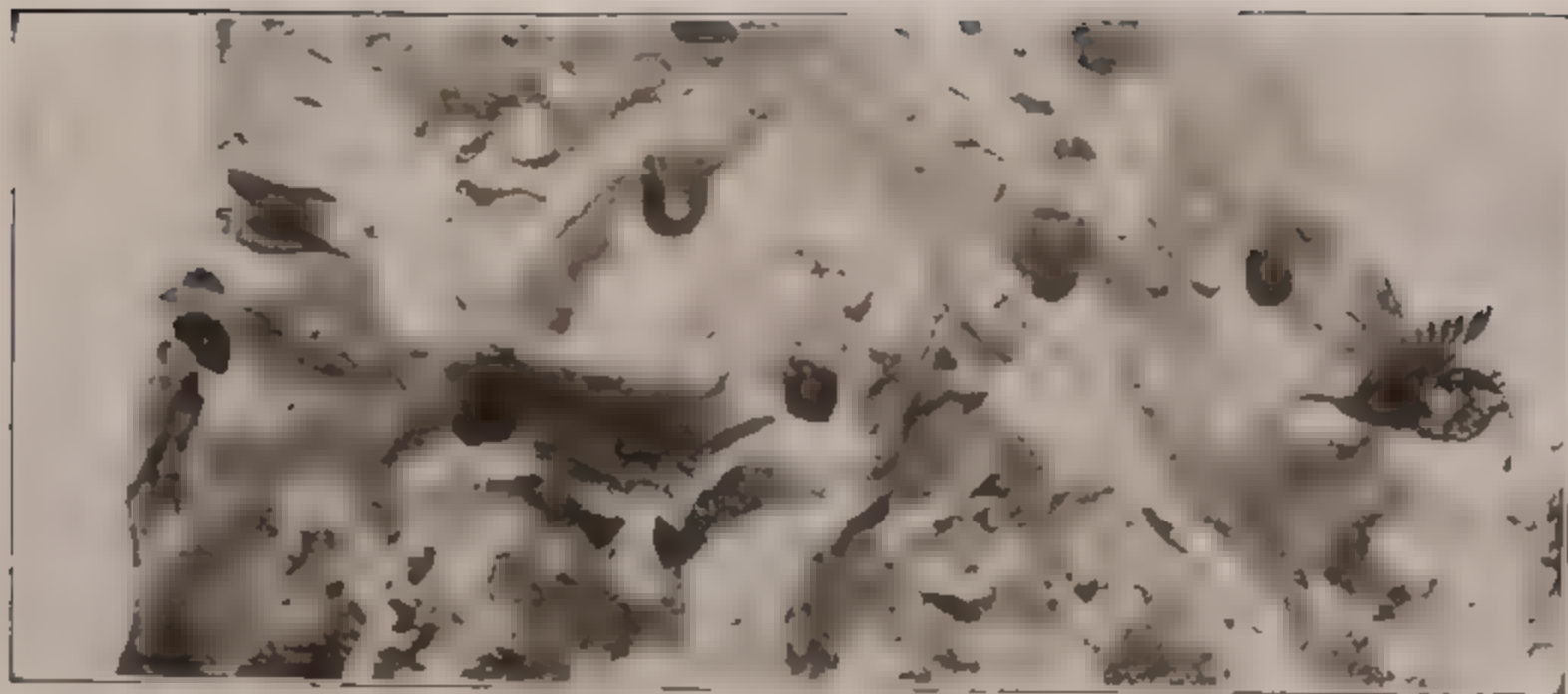



Fig. 506. – Nidi di Rondine riparia. (Fot. Piggott).

Caratteri sessuali secondari. – È possibile distinguere il maschio dalla femmina da certe apparenze esteriori, alle quali si è dato il nome di *caratteri sessuali secondari*. Così Gallo differisce dalla Gallina per lo sviluppo maggiore della *cresta* e dei *bargigli*, delle *penne della coda*, svariate di colori, dello *sperone* nella gamba, poco sopra le dita del piede (figg. 135, 136). Così in genere negli Uccelli il maschio ha colori più vivaci della femmina. Così le *corna ramificate* del Cervo maschio fra i Mammiferi e quelle del Cervo volante fra gli Insetti, mancanti nella femmina (fig. 496). Pure spiccato è il dimorfismo dello *Scarabeo Ercole* (fig. 497), della *Chelorrina Polyphemus* (figg. 498, 499) e di altri Insetti. Tra gli Anfibi il Tritone maschio possiede una cresta dentellata lungo la linea dorso mediana, che manca nella femmina (fig. 186). In alcuni casi questa differenza fra i sessi (*dimorfismo sessuale*) riguarda le dimensioni, e tipico, a questo proposito, è l'esempio della *Bonellia viridis*, un Verme marino la cui femmina è grandissima, mentre il maschio è ridotto ad un minuscolo essere che vive quasi parassita entro il corpo della femmina.

Fig. 507. – Nido di Passero repubblicano.

Polimorfismo. – In alcune specie non solo il maschio si distingue dalla femmina, ma si distinguono per i loro caratteri esterni gli individui *sterili*, infecondi, che vivono insieme con essi in una comunità sociale, come si verifica per i *neutri* (operaie) delle Api e delle Formiche, per i *soldati* delle Termiti.

Forme larvali e metamorfosi. – Non sempre l'individuo che nasce dall'uovo ha una conformazione simile a quella dell'adulto. Spessissimo esso deve andare incontro a trasformazioni più o meno complesse prima di raggiungere la struttura completa e definitiva. Si dà il nome di *larve* a queste forme transitorie e di *metamorfosi* ai cambiamenti a cui va soggetto l'animale durante il suo sviluppo. Così fra i *Crostacei* marini (Gamberi, Granchi, Aragoste), si hanno forme

Fig. 508. – Nido del Fiorrancino variegato.

larvali molto diverse dall'adulto, e che possono essere più di una per una stessa specie.

I più tipici esempi di metamorfosi si hanno, come si è già visto nella parte descrittiva, negli *Insetti* e negli *Anfibi*.

La cura della prole. – La cura della prole non è soltanto un privilegio della specie umana, ma è comune a moltissime specie animali. A tutti è noto come gli *uccelli* dedichino a questa cura le loro migliori energie e provvedano a costruire il *nido* che dovrà servire non solo per la deposizione e la covatura delle uova, ma a custodire i nuovi nati, a proteggerli, ad assisterli, fino a che non siano in grado di prendere il volo e di vivere indipendenti. I nidi possono essere delle foggie più varie e costruiti con materiale più diverso. Vi sono nidi formati da una semplice buca del terreno, riempiti con qualche sterpo e paglia, come sono quelli delle *Starne* e delle *Quaglie*; vi sono nidi costruiti con arte finissima e imbottiti di lane o di ovatte come quelli del *Pendolino* e degli uccelli tessitori (figg. 128, 500, 501). I luoghi più diversi sono scelti per l'ubicazione del nido; sui rami degli alberi, nascosti fra le fronde come quelli dei *Fringuelli*, delle *Cincie* (fig. 502), dei *Rigogoli*; sulle nude rocce, come quelli delle *Salangane* o *Rondini di mare*, che costruiscono il nido con materiale prodotto dalla loro saliva; sotto i cornicioni dei tetti o in altri luoghi riparati, come fanno le *Rondini*, valendosi della mota del terreno impastata pure con la loro saliva (fig. 503); entro i tronchi degli alberi, come fanno i *Picchi*; sotto gli embrici dei tetti (*Passero comune*) (fig. 504) e finanche sui comignoli (*Cicogna*) (fig. 505); nel terreno, entro buche come fa la *Rondine riparia* (fig. 506). I *Repubblicani* dell'Africa uniscono i loro nidi e danno loro una protezione comune (fig. 507). Il *Cannareccione* fa il nido attaccato alle canne della palude (fig. 129) e così pure il *Fiorrancino variegato* (fig. 508) e il *Beccamoschino* (fig. 509). La *Folaga* costruisce il nido galleggiante sull'acqua in modo che esso possa salire o scendere col livello della medesima (fig. 510). La femmina del *Germano reale* colloca il nido sotto un cespuglio, poco distante dall'acqua. Ma quanta precauzione se lo deve lasciare! Prima di allontanarsi lo

Fig. 509.
Nido di Beccamoschino

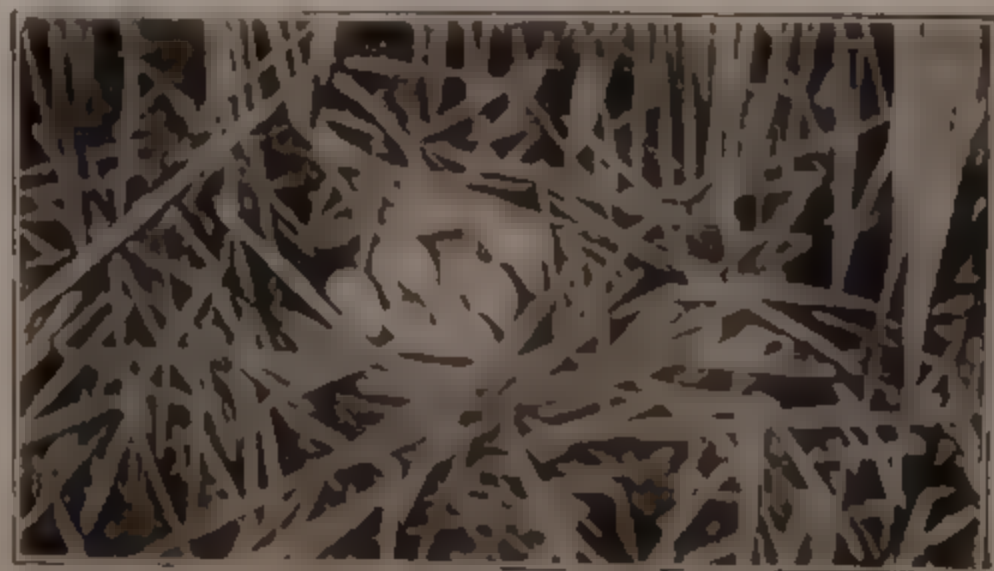



Fig. 510. – Nido di Folaga.

Fig. 511. – Giovane Cuculo.

ricopre con foglie e ramoscelli; e per non farsi scorgere, tanto nell'andare che nel tornare, usa una quantità di avvedutezze. Quanto diversa dallo scapestrato coniuge che, invece, non se ne cura affatto e pensa solo a darsi buon tempo coi suoi compagni.

Non finiremmo più se volessimo passare in rapida rassegna le varie forme, le diverse architetture, i diversi tipi di nidi, e se volessimo illustrare la destrezza, l'abilità, gli accorgimenti di ogni genere messi in opera da questi alati abitatori dell'aria. Accenniamo ad un curioso modo di provvedere alla cura della prole: a quella cioè del *Cuculo*. Questo Uccello non costruisce il nido, ma si vale di un altro già fatto per deporvi le uova e ne affida la covatura alla legittima proprietaria: generalmente sceglie quello appartenente a piccoli Uccelli canori, e quando dalle uova nascono i piccoli Cuculi, questi vengono alimentati insieme ai propri figli dai genitori adottivi (figura 511). Arriva il momento però che i giovani Cuculi crescendo molto di più dei loro fratelli.... di latte, finiscono col far cadere questi dal nido e rimanere assoluti padroni della.... situazione.

Fig. 512. – Nido di Spinarello, fatto con erbe e muschi cementati da muco.

Non solo fra gli Uccelli e fra gli animali superiori, come i *Mammiferi*, la cura della prole, come quella che rientra nel quadro generale della conservazione della specie, e la integra per così dire, costituisce una delle maggiori occupazioni e preoccupazioni dei genitori, e

specialmente della madre, ma anche in tutti i gruppi di animali e anche negli animali inferiori troviamo infiniti esempi dell'affermazione di questi atti, in parte istintivi in parte intelligenti, rivolti a mantenere in vita i nati dalle nozze e dagli accoppiamenti.

Emanche tra i *Pesci*, che in generale affidano all'acqua i loro prodotti seminali, esistono specie che hanno cura delle uova e dei nati: il *Cavalluccio marino* (*Hippocampus*) (fig. 421) maschio, possiede sotto l'addome una specie di borsa incubatrice, nella quale la femmina depone le uova che vengono così custodite fino alla loro schiusura. Anche nello *Spinarello*, pesciolino d'acqua dolce, è il maschio che costruisce un vero e proprio nido e che accudisce alle uova e ed ai piccoli nati (fig. 512).

Fig. 513. – Il Rospo incubatore (*Alytes obstetricans*) che porta sul dorso le uova depositatevi dalla femmina.

In alcuni *Anfibi*, come il *Rospo incubatore comune* (*Alytes obstetricans*), una specie di Rospo della Spagna, le uova depositate dalla femmina sono portate dai maschi sul dorso (fig. 513).

Ma tra gli Invertebrati, e specialmente fra gli *Insetti*, la cura della prole si manifesta talora con atti di così opportuna e mirabile previdenza, che riesce difficile, per non dire impossibile, indagarne le cause.

L'*Ammofila delle sabbie* (*Ammophila sabulosa*), ad es., è una specie di Vespa dall'addome lungamente peduncolato, frequente lungo i pendii arenosi, dove scava il suo nido rigettando la sabbia dietro di sè con le zampe anteriori, press'a poco come fa il cane che scava una buca. Scavata la buca, essa va in cerca di bruchi di farfalle, e, trovatili, li assale pungendoli in modo da colpire i principali centri nervosi e paralizzarli; quindi trasporta fin dentro la sua buca la sua vittima, e accanto vi depone un uovo; poi chiude l'ingresso. Che accade dell'uovo così deposto? Che da esso si sviluppa la larva, la quale trova a sua disposizione subito un cibo fresco e sano consistente nel corpo del bruco, il quale non è morto per effetto della puntura subita, ma soltanto impedito nei suoi movimenti, e con le carni che non hanno sofferto nessuna decomposizione.

Questa previdenza da parte della madre supera ogni immaginativa. Che ne sa essa di quello che accadrà quando ha finito di compiere le sue operazioni? Che ne sa essa che così facendo provvede in modo sicuro a che la larva possa crescere e svilupparsi? E che questa successione di atti così coordinati porterà ad assicurarle una discendenza? Forse basta a spiegare tutto ciò la semplice affermazione che l'animale così facendo agisce per *istinto*?

LE PRIME FASI DELLO SVILUPPO NEI METAZOI

Per comprendere meglio la struttura del corpo dei Metazoi è necessario avere qualche nozione sul loro sviluppo embrionale.

La *cellula uovo*, da cui ha origine l'animale, è una cellula contenente, oltre al suo protoplasma e al suo nucleo, anche una provvista di materiale nutritizio cui si dà il nome di *deutolecite* o *vitello di nutrizione*. In alcuni casi questo vitello è in quantità enorme come, ad es., negli Uccelli, in cui il così detto *tuorlo* dell'uovo corrisponde appunto alla cellula uovo con la sua provvista di materiale nutritizio.

Fig. 514. – Segmentazione totale di una cellula-uovo. (MATHIAS DUVAL).

1. Cellula-uovo. — 2. Prima divisione in due cellule. — 3. Stadio di quattro cellule. — 4, 5. Formazione della blastula con c cavità di segmentazione; 6, 7, 8, 9. Formazione della gastrula; *D*) Archenteron, *B*) Blastoporo.

Lo sviluppo dell'uovo avviene per *segmentazione* di esso (in generale dopo che sia stato fecondato) in un numero sempre maggiore di cellule (*blastomeri*) e si compie in varî modi, secondo la quantità del vitello di nutrizione in esso contenuto. Nelle uova nelle quali il vitello di nutrizione è uniformemente distribuito, la segmentazione è *totale*, ossia interessa tutta la massa della cellula, e si forma dapprima la così detta *morula*, cioè un corpo così chiamato perchè ricorda una mora di siepe (fig. 514). In seguito la morula si fa cava internamente, in modo che ne risulta come una vescica ripiena di liquido e la cui parete è fatta da un solo strato di cellule; si passa così alla *blastula*. Dalla forma di blastula si origina poi quella di *gastrula*. Si immagini di avere una palla di gomma, di forarla perchè esca l'aria, e di premere su di essa in modo che una parte della parete si introfletta, accostandosi all'altra in guisa che ne risulti una mezza sfera a doppia parete; avremo così un'idea della formazione della gastrula; una parte della parete della blastula infatti si invagina nella cavità di segmentazione addossandosi alla porzione di parete che non si è invaginata. Si costituisce così una nuova cavità interna (*intestino primitivo* od *archenteron*) che rimane in comunicazione con l'esterno soltanto per una apertura detta *blastoporo*. La *gastrula* risulta quindi costituita da un sacco a doppia parete: una esterna detta *ectoderma* e una interna detta *endoderma*. Tale forma si riscontra in forme animali inferiori allo stato adulto (Celenterati inferiori, certe Meduse). Negli animali più elevati e nei loro embrioni si forma un terzo foglietto frapposto ai primi due e cioè il *mesoderma*.

Ectoderma, endoderma, mesoderma formano dunque i *tre foglietti embrionali caratteristici* che daranno origine, negli animali, a tutti gli organi ed apparati del corpo, tanto più complicati quanto più elevata sarà la loro organizzazione. Infatti dall'ectoderma si formerà la parete esterna del corpo e il sistema nervoso; dall'endoderma, l'intestino con le ghiandole annesse e l'apparato respiratorio; dal mesoderma, il sistema muscolare e le parti più importanti del sistema scheletrico, escretore, circolatorio e riproduttore.

Si chiama *ontogenesi* (*genesi dell'essere*) il complesso delle forme che un organismo assume durante il suo sviluppo a partire dalla cellula uovo.

Nei Vertebrati, lungo la linea mediana dorsale si differenzia un cordone cellulare longitudinale: la *corda dorsale*, a cui si sostituisce poi la colonna vertebrale. Sopra a

questo cordone l'ectoderma si inspessisce [illegible] così il sistema nervoso centrale ([illegible] spinale) [illegible] (fig. 515). Ai lati della corda dorsale sta il mesoderma nel quale appare una cavità che lo divide in due foglietti e che è destinata a divenire in parte celoma [illegible] del corpo. Di questi due foglietti uno rimane addossato alla parete del corpo (ectoderma) ed è detto *somatopleura*, l'altro rimane addossato all'endoderma ed

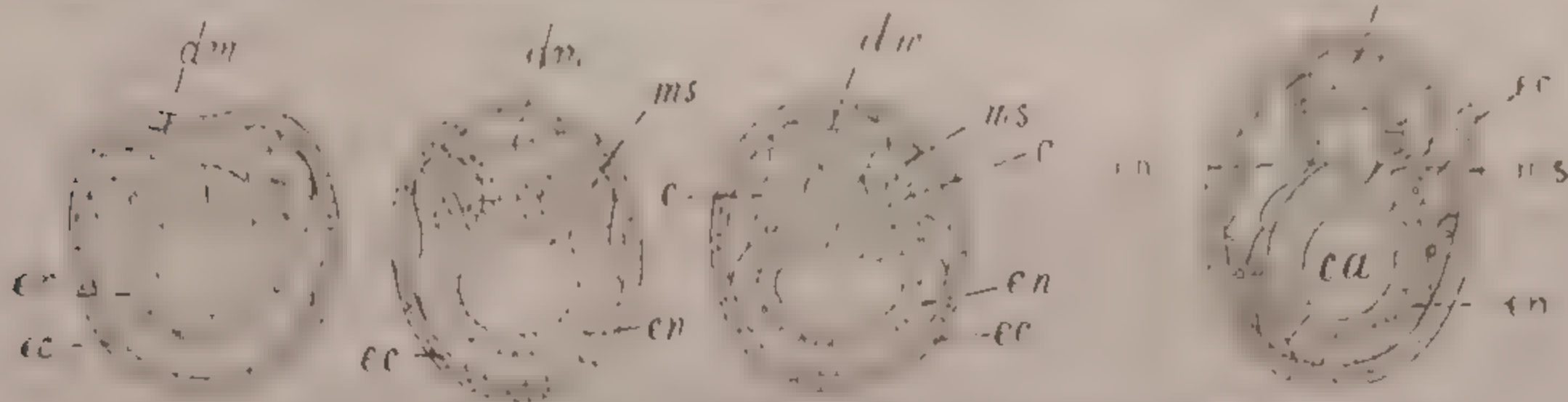



Fig. 515. — Sezioni trasversali di embrione di Anfiosso in successive fasi di sviluppo (Da HERTWIG).

ec) ectoderma, en) endoderma, ms) mesoderma, c) celoma; ch) corda dorsale; th) canale midollare, ca) canale intestinale; dm) doccia midollare.

è detto *splancnopleura*. Questi due foglietti si uniscono dorsalmente e ventralmente e formano i **mesenteri** (fig. 516).

Ontogenesi e filogenesi. — Secondo lo HAECKEL e i principi evoluzionistici, lo sviluppo individuale di un essere vivente passa attraverso diversi stadi che non sarebbero che la ripetizione delle forme che precedettero nel corso della evoluzione il gruppo al quale l'essere appartiene. Così, per es., nell'embrione di un Mammifero si nota, ad un certo stadio dello sviluppo, la formazione di archi e di fessure branchiali, che sono proprie dei Pesci; ossia di forme filogeneticamente più antiche. Però mentre nei Pesci queste formazioni permangono anche allo stato adulto, nell'embrione dei Mammiferi esse sono soltanto transitorie poichè si trasformano in altre parti (osso ioide, ossicini dell'udito), secondo una direzione dello sviluppo diversa e propria del gruppo a cui l'embrione appartiene.

E questo starebbe a confermare la derivazione delle forme più evolute dalle meno evolute.

Si chiama *filogenesi* (ossia *genesi della stirpe*) il complesso delle forme attraverso le quali sarebbe passato un dato gruppo di viventi nel corso dei secoli passati, e lo HAECKEL generalizzando i concetti sopra esposti per venne a formulare la sua *Legge biogenetica fondamentale: L'ontogenesi è la ricapitolazione della filogenesi*.

Fig. 516. — Sezione schematica di un embrione di Vertebrato.

Così allo stadio *gastrulare* dello sviluppo dell'uovo corrisponderebbe lo stato adulto del corpo di certe Meduse, formato da due sole pareti (ectoderma ed endoderma). Nei vermi *Platelminti*, cioè a corpo piatto, lo stato adulto corrisponderebbe a quella condizione in cui nell'embrione si è formato il mesoderma. Infatti fra l'ectoderma e l'endoderma vi è uno strato compatto cellulare detto *mesenchima* o *parenchima*. In altri Vermi (*Nema-*

todi) il mesenchima si sviluppa solo in parte poichè forma il sistema muscolare posto sotto l'epidermide, mentre tra questo sistema e l'endoderma (ossia l'intestino) rimane una cavità detta *celoma primario*, per distinguerlo dall'altro celoma detto *secondario*, e che costituisce, come abbiamo detto in precedenza, il *celoma* propriamente detto o cavità generale del corpo.

Vi è però chi ritiene che questa legge abbia un valore limitato e che certe formazioni embrionali stiano in relazione con le speciali condizioni di vita dell'embrione stesso e non abbiano valore filogenetico. Sta di fatto tuttavia che le forme larvali degli Anfibi (girini) corrispondono alle forme adulte dei Pesci, dai quali i primi sono verosimilmente derivati.

Eredità e variabilità.

Si chiama *eredità* la trasmissione e la conservazione dei caratteri costituzionali attraverso le successive generazioni. I figli hanno la stessa costituzione dei genitori da cui derivano e trasmetteranno a loro volta questa costituzione ai loro figli e così via. Da che dipende questo? A quali leggi ubbidisce l'eredità? Un primo indirizzo positivo sulla via della risoluzione del problema fu dato dal WEISMANN nel 1885. Egli distinse infatti nel corpo due parti: quella destinata a perire con la morte dell'individuo (il *soma*), e quella destinata a trasmettersi di generazione in generazione (il *germen*) e perciò immortale. Distinse cioè il plasma delle *cellule germinali* (cellula *uovo* e *spermatozoo*) da quello delle *cellule somatiche* formanti il corpo dell'individuo.

L'attenzione degli studiosi si rivolse quindi alle cellule germinali come a quelle che dovevano contenere in sè il patrimonio ereditario. Si sa che le cellule germinali, come tutte le cellule, sono costituite dal citoplasma e dal nucleo, e si sa ancora che il nucleo presiede al fenomeno della riproduzione. Nel nucleo quindi occorre cercare il segreto della trasmissione dei caratteri ereditari. La sostanza componente il nucleo è la cromatina, la quale si differenzia durante la divisione della cellula nei suoi costituenti: i cromosomi. Sono proprio questi *cromosomi* i portatori dei caratteri ereditari. Ora i cromosomi sono costituiti da due filamenti formati ciascuno da tante particelle dette *genidi* o *fattori* disposte come i grani di un rosario. I filamenti sono accoppiati formando così come una doppia collana di cui una proviene dal padre e l'altra dalla madre. In questo modo anche i genidi si trovano accoppiati e ciascuna coppia è formata da un elemento paterno e da uno materno.

Dalla diversa unione o combinazione dei genidi fra loro e dalle loro qualità derivano non solo i diversi caratteri costituzionali del corpo che diciamo fondamentali, ma anche quelli particolari, per cui un figlio si differenzia dal padre e dalla madre (colore degli occhi, capelli, ecc.).

Indipendentemente da ogni concetto teorico, l'idea che il patrimonio ereditario non sia costituito da un complesso inscindibile, ma da un *mosaico* di caratteri capaci di trasmettersi indipendentemente gli uni dagli altri, venne già a GREGORIO MENDEL (1865) in seguito agli esperimenti da esso compiuti incrociando diverse varietà di piselli. Il MENDEL potè seguire così il meccanismo di trasmisssione di questi caratteri e stabilire alcune leggi secondo le quali questo si compie.

Il MENDEL prese in esame un carattere (*carattere unitario*) e studiò gli incroci fra due varietà (o specie) differenti fra loro per questo carattere, nel senso che vi sia *antagonismo* o contrasto fra esse. Così, ad es., in una razza di polli bianchi e neri, il bianco e il nero costituiscono i due *caratteri antagonistici* o *allelomorfi* come li chiama il BATESON. Rispetto a questi caratteri la razza si dice pura (*omozigote*) se possiede uno solo di essi, impura o ibrida (*eterozigote*), se li possiede tutti e due. Non a tutti i caratteri quindi costituenti il corpo di un animale o di una pianta sono applicabili le leggi del MENDEL, ma soltanto a quelli capaci di trasmettersi come un'unità indivisibile (*caratteri mendeliani*). Così, ad es., sono caratteri mendeliani il naso aquilino nell'uomo, la dentellatura delle foglie nell'ortica; la statura nana nei piselli, ecc.

GREGORIO MENDEL

GREGORIO MENDEL nacque il 23 Luglio 1822 a Heinzendorf, nella Slesia austriaca, da una famiglia di modesti agricoltori. Compiuti gli studî classici, entrò nel 1843 nell'Ordine religioso dei frati Agostiniani di Brünn (Boemia). Compì poi i suoi studi di fisica e matematica a Vienna, e tornato in convento si dedicò all'insegnamento.

Durante gli otto anni trascorsi nella serena tranquillità del chiostro intraprese una serie di osservazioni meteorologiche, dimostrando in questo ramo una profonda competenza; ma nello stesso tempo iniziò le sue esperienze sull'ibridismo mediante incroci fra i piselli. Insegnamento ed esperienze dovette abbandonare in seguito, nel 1868, essendo stato nominato Direttore del convento di Brunn. Morì il 6 Gennaio 1884.

Gregorio Mendel.

La sua memoria *« Esperienze su ibridi di piante »* comparve nel 1865; ma restò sconosciuta fino al 1900, cioè fino a quando non fu riesumata da tre scienziati indipendentemente l'uno dall'altro: il DE VRIES, il CORRENS e lo TSCHERMAK. Da allora il suo nome fu celebre e il monastero di Brünn fu meta di continui pellegrinaggi di scienziati di tutto il mondo.

Il merito del MENDEL fu soprattutto quello di aver dato alle sue osservazioni una esattezza matematica, così da poter riconoscere che nella trasmissione dei caratteri ereditari questi si comportano come grandezze fra loro indipendenti che si combinano o si disgiungono secondo leggi determinate.

Le leggi di Mendel. – Il MENDEL, incrociando una varietà di Pisello (*Pisum sativum*) a semi gialli con un'altra varietà a semi verdi, notò che nella *prima generazione* si hanno tutti semi gialli, uguali quindi a quelli del progenitore di questo colore. Questi ibridi della prima generazione furono fatti riprodurre per autofecondazione ed ecco quello che si ottenne: il 75 % di individui diede semi *gialli* e il 25 % semi *verdi*. Fatti riprodurre questi individui *della seconda generazione*, sempre per autofecondazione, il MENDEL notò che quelli a semi *verdi* continuarono a produrre semi *verdi*, mentre quelli a semi *gialli* dettero il 25 % di individui a semi *gialli*, il 50 % diedero invece il 75 % di *gialli* e il 25 % di *verdi*; quelli della terza generazione si *comportarono come le generazioni precedenti*.

Commentando questi risultati il MENDEL chiamò *dominante* il carattere di uno dei genitori *che appare nella prima generazione*, e *recessivo* l'altro carattere del-

l'altro genitore che rimane *nascosto*, ma che i due caratteri *antagonisti* si siano trasmessi entrambi, lo prova il fatto che nella *seconda generazione* si ha una *disgiunzione* di tali caratteri, comprendendo individui a semi gialli e individui a semi verdi (1). Ma perchè avvenga questa disgiunzione è anche evidente che i caratteri antagonisti si devono mantenere *indipendenti* gli uni dagli altri.

Fig. 517. – Incrocio di **Helix hortensis** bianca con quella fasciata.

Da ciò le *tre leggi di Mendel*:

1ª Legge della *dominanza*.

2ª Legge della *disgiunzione dei caratteri*.

3ª Legge della *indipendenza dei caratteri*.

Analoghe esperienze furono fatte anche sugli animali; e i risultati furono sempre concordi. Così incrociando due varietà di una chiocciola: l'*Helix hortensis*, una a conchiglia con colore chiaro uniforme e l'altra con striature, si ottengono nella generazione successiva ibridi a colore chiaro e nella seconda generazione la disgiunzione dei caratteri secondo la regola precedente (fig. 517).

Fig. 518. – Incrocio polli neri × polli bianchi.

È una *razza pura* quella che dà, nelle generazioni seguenti, individui in tutto eguali ai progenitori per un dato carattere; *razze impure* (*ibridi* o *bastardi*) quelle che nelle generazioni seguenti si scindono nei tre gruppi già visti precedentemente; così sono *impuri* i piselli della prima generazione a semi gialli; sono *puri* quelli della seconda generazione a semi gialli che danno sempre nelle generazioni successive piante a semi gialli, e quelli a semi verdi; sono *impuri* invece quelli gialli che si scinderanno nella generazione seguente nel solito modo.

A volte i prodotti dell'incrocio di due razze pure non hanno un carattere *dominante*, ma un carattere *inter-*

(1) Dall'aspetto di un individuo quindi non si può sapere se esso appartenga ad una razza pura o sia un ibrido. Soltanto l'esame del suo comportamento nella discendenza può metterlo in chiaro. Perciò si suole distinguere il *fenotipo* dal *genotipo*. Si chiama *fenotipo* l'individuo considerato solo nei suoi caratteri esteriori, somatici; *genotipo* l'individuo considerato nelle sue proprietà *genetiche*.

medio fra quelli dei genitori. Così alcuni (fig. 518) polli detti *andalusi*, di colore azzurro, si ottengono dall'incrocio di una razza bianca e di una nera. Se si fanno riprodurre due di questi ibridi azzurri, i figli sono il 25% bianchi, il 25% neri e il 50% azzurri. I neri e i bianchi sono puri; gli azzurri sono come quelli della generazione precedente, ossia danno figli di tre categorie. Questo spiega perchè i pollicultori hanno inutilmente cercato di produrre una razza pura di questo colore azzurro.

POLIIBRIDI. – Può darsi che le due razze che si incrociano variino non per un solo carattere, ma per due o più caratteri; si hanno allora dei *diibridi* o dei *poliibridi*. A questo proposito è divenuto famoso per gli studî di genetica [1] un piccolo moscerino dell'aceto: la *Drosophila*, che può avere due forme: una a *corpo grigio* e *ali lunghe* e l'altra a *corpo nero* e *ali rudimentali* (fig. 519); esso è quindi un *diibrido* perchè varia *per due coppie* di caratteri, ossia *corpo grigio* opposto a *corpo nero*, *ali lunghe* opposte ad *ali rudimentali*.

Poichè facendo l'incrocio fra queste due razze si ottiene nella prima generazione *corpo grigio* e *ali lunghe*, vuol dire che il *grigio è dominante* sul *nero* e il *lungo* (nelle ali) *dominante sul rudimentale*. Negli incroci successivi si hanno diverse combinazioni, ma tutte in accordo con le leggi men-

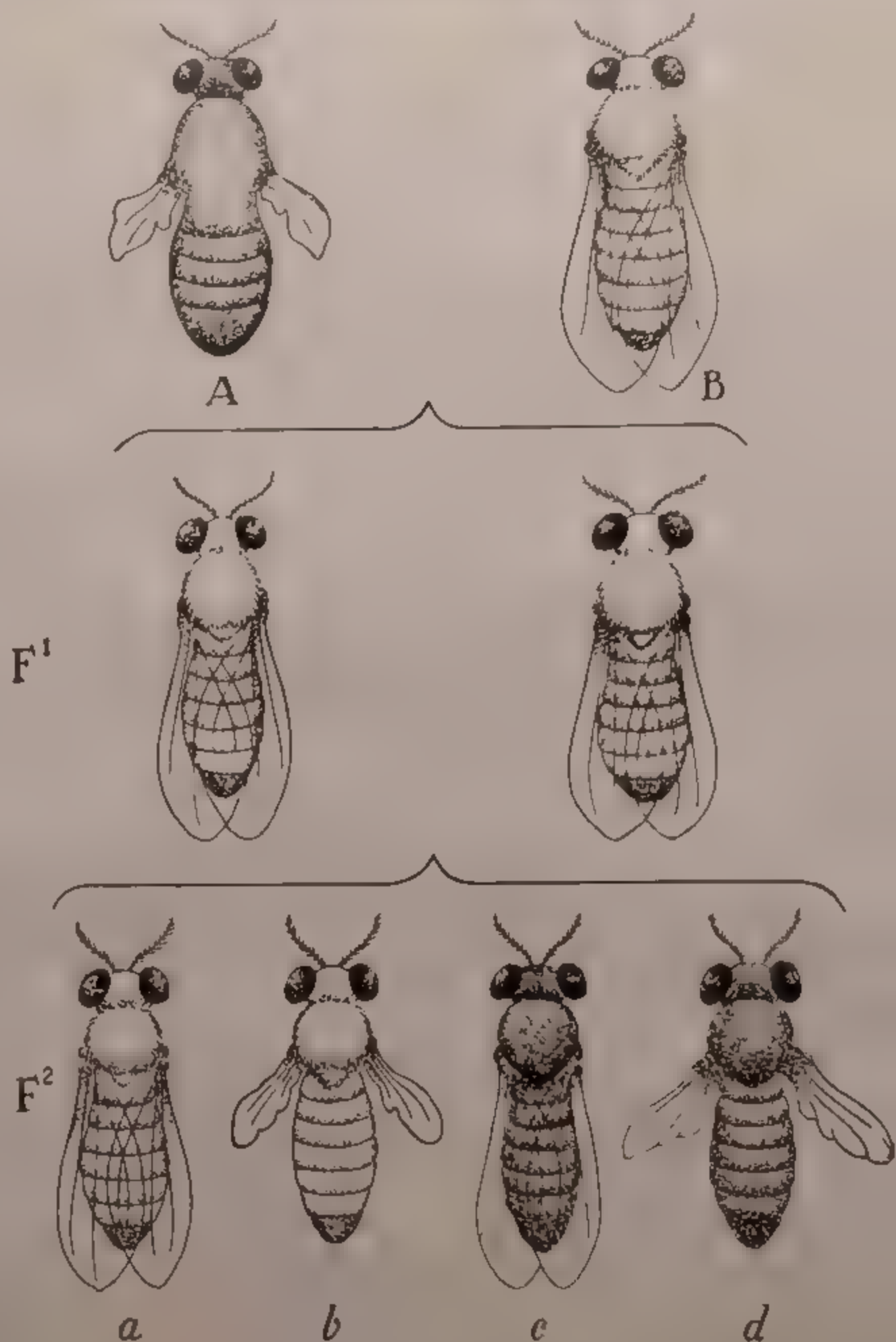



Fig. 519. – La piccola mosca dell'aceto *Drosophila* e i suoi diibridi.

A) varietà a corpo *nero* e ali *ridotte* (*Vestigiali*); *B*) varietà a corpo *grigio* e ali *lunghe*; F^1) prima generazione. Diibridi derivati dall'incrocio delle due varietà *A* e *B*. Corpo *grigio* e ali *lunghe*; F^2) seconda generazione. Prodotti dall'incrocio dei due ibridi della prima generazione F^1: *a*) corpo *grigio* e ali *lunghe*; *b*) corpo *grigio* e ali *ridotte*; *c*) corpo *nero* e ali *lunghe*; *d*) corpo *nero* e ali *ridotte*. La *b* e *c* rappresentano dunque delle razze pure e *nuove*, dovute al fatto che i cromosomi con i loro *fattori* sono sempre gli stessi, ma si sono diversamente combinati.

[1] La scuola americana del Prof. MORGAN dell'Università di Columbia ha fatto di questo moscerino « *il più famoso organismo sperimentale che sia mai esistito al mondo* » aprendo nuovi orizzonti alla teoria cromosomica della eredità.

deleiane della *disgiunzione* e della *indipendenza dei caratteri*. La *teoria cromosomica dell'eredità*, alla quale accennammo parlando della riproduzione delle cellule, è in grado di spiegare infatti questi risultati sperimentali e di prevedere i risultati che si ottengono dagli incroci.

Non possiamo qui seguire lo sviluppo di questa teoria, la quale ci farebbe vedere come si possano avere fra i cromosomi coi loro *geni* o *fattori* le più diverse combinazioni, fra le quali alcune che possono costituire delle *razze nuove*, le quali possono essere *fissate*. E ciò ha grande valore teorico e pratico. Ottenuto *con l'incrocio* una mescolanza fra i varî fattori, si passa poi alla *selezione* per scegliere e separare quelle nuove forme che più non si disgiungono. Così lo STRAMPELLI ha potuto ottenere nuove e pregevoli varietà di grani con grande vantaggio della granicoltura e della economia nazionale.

Così nel campo della bachicoltura o della zootecnia si sono ottenute razze nuove stabilizzate.

Eredità nell'uomo. – La trasmissione dei caratteri ereditari avviene pure secondo le leggi di MENDEL, nell'uomo, si tratti di caratteri normali o di caratteri *patologici*. Così sono caratteri mendeleiani il *colore* e la *forma dei capelli*. Due genitori di capelli rossi avranno tutti figli con capelli rossi. Da genitori uno con capelli neri (ma *omozigote* cioè *puro*) e l'altro con capelli rossi, si avranno figli tutti con capelli neri. Se quello con capelli neri è *eterozigote* (cioè figlio di individuo a capelli rossi e di individuo a capelli neri) i figli saranno metà con capelli neri e metà con capelli rossi. Cosicchè il nero è dominante sul rosso. Esso domina anche sul biondo. Così anche i capelli crespi e ricciuti dominano sui capelli lisci.

Gli *occhi celesti* e quelli *bruni* sono pure caratteri mendeleiani (nel complesso il colore bruno o nero domina sul celeste); il mento pronunciato, come nella famiglia degli Absburgo e in quella degli ex regnanti di Spagna; il naso aquilino, e altri ancora, come la longevità, la statura; certe attitudini alla musica, alla pittura, ecc.

Fra i caratteri *patologici* sono ereditari la *emofilia* (incapacità del sangue a coagulare una volta uscito dai vasi sanguigni), la quale però è quasi sempre legata col sesso, giacchè ne sono affetti i soli maschi; come pure il *daltonismo* (incapacità di distinguere i colori complementari, come ad es. il rosso dal verde) con prevalenza nelle sole donne; certe malattie nervose e mentali, ecc.

A questo proposito occorre far notare che i matrimoni fra consanguinei sono pericolosi non perchè essi *creino* per sè stessi una malattia, ma perchè si possono in questo modo mettere in evidenza i caratteri morbosi, quando essi sono *latenti* nell'ascendente comune ai due genitori.

Eugenica (dal gr. εὐγενής = di buona nascita). – Da quanto abbiamo detto più sopra risulta che potendo sottoporre a un rigoroso controllo scientifico il trasmettersi dei caratteri morbosi dai genitori ai figli, si può anche sperare di poter arrivare a *migliorare la razza umana*; a questo miglioramento aspira la nuova scienza, l'*Eugenica*, sorta sulle basi della scoperta di MENDEL, e sono state create numerose associazioni per la realizzazione di questo ideale.

Per giungere a questo miglioramento si sono fatte varie proposte; ad es., impedire le unioni fra parenti stretti; impedire che i minorati e i difettosi abbiano figli, imponendo per legge questi divieti come è stato fatto già in alcuni stati

americani e da ultimo in Germania (1 Gennaio 1934), ma più che le leggi e le coercizioni potranno in questo caso il progresso nella conoscenza della trasmissione delle malattie, sì che si riesca a riconoscere di sicuro fra le persone così dette *normali* quelle che invece sono portatrici di una data malattia ereditaria; e ancora il progresso nel miglioramento dell'ambiente, giacchè questo esercita una influenza molto grande, sebbene i genetisti puri non diano ad esso importanza, ritenendo che solo abbia valore per l'eugenista il carattere ereditario.

In Italia, nel 1919, per iniziativa di E. Pestalozza e di altri venne fondata una Società per gli studi di genetica e uno speciale insegnamento istituito nel 1924 nell'Università di Milano.

E si è pure discusso sulla proposta di rendere obbligatorio un certificato prematrimoniale che comprovi l'idoneità alle nozze senza pericoli per la discendenza; ma esso è ancora sub-iudice perchè esso coinvolge numerosi problemi di indole morale e giuridica.

Il meglio che si possa fare per ora è di dare il massimo impulso alla educazione eugenica, coadiuvandola con provvedimenti quali l'attuale Governo Fascista ha già da tempo messo in atto: protezione della famiglia, incremento demografico, tassa sul celibato, protezione della maternità e infanzia, bonifica umana.

La variabilità.

Che gli organismi tutti, sia animali che vegetali, siano soggetti a variare non v'ha dubbio. Ne abbiamo esempi continui nei prodotti ottenuti dagli allevatori e dai coltivatori. Ma anche in natura questo si verifica. Se, come prova l'esperimento, piante di *Edelweiss*, ad es., portate dal monte in pianura cambiano i loro caratteri in modo da diventare quasi irriconoscibili, analogamente all'influenza esercitata dall'ambiente dovremo attribuire, ad es., le grandi differenze di aspetto del comune *Dente di leone* (*Taraxacum*) a seconda che esso cresce su un terreno secco o paludoso, in montagna od in pianura. L'esperimento prova inoltre che dall'incrocio di varietà o specie si ottengono razze diverse da quelle dei progenitori. Anche questo deve verificarsi in natura, e molte sono infatti le forme che (i botanici specialmente) considerano come ibridi naturali.

Ma le difficoltà sorgono allorchè si tratta di determinare la causa o le cause delle variazioni, il loro valore, e la persistenza di esse attraverso le varie generazioni.

L'influenza dell'ambiente. — Numerose esperienze sono state fatte per vedere se il mutarsi delle condizioni ambientali porta con sè mutamenti nella forma e nella costituzione degli esseri viventi e fino a che punto. Si è visto, ad es., che le Pecore *Merinos* d'Australia danno una lana molto più fine e morbida di quella prodotta dalle Pecore della stessa razza ma vivente in Europa, e ciò si deve certamente alle diverse condizioni del suolo e del clima australiano. L'azione del caldo e del freddo sulla crisalide di certe Farfalle (*Vanesse*) modifica il colore delle ali. Egualmente l'umidità e il genere di alimentazione influiscono sul colore. Il Tower, allevando in un ambiente più umido e più caldo di quello normale, larve di coleotteri, ottenne insetti perfetti a colore scuro (*melanismo*). Altri, sperimentando sul

Baco da seta, ottennero, col variare della alimentazione, razze nane, modificazioni nel ciclo dello sviluppo. Il Viré ottenne che in pochi mesi di adattamento alla oscurità alcuni crostacei modificano rapidamente i loro organi tattili ed olfattori che crescono da cinque a dieci volte in lunghezza.

L'influenza dell'ambiente si fa sentire anche sulle facoltà psichiche. Guardate, ad es., le Friganee, le cui larve viventi nel fondo delle acque si chiudono dentro un tubo rigido a scopo di difesa. Ebbene questo tubo è fatto di materiale diverso a seconda dell'ambiente diverso. Se si tratta di acque correnti il tubo è fatto di piccole pietruzze lisce cementate fra loro, e non dà presa alla corrente; se di acque calme, la larva utilizza minuscole conchiglie di Molluschi, a cui aggiunge pezzetti di legno per rendere più leggera la costruzione e spine e punte aguzze che la difendono dai pesci voraci.

Ereditarietà dei caratteri acquisiti. – Le variazioni suddette, cioè i nuovi caratteri acquisiti, in seguito all'influenza dell'ambiente, sono trasmissibili per eredità ai discendenti? Sembrerebbe di no poichè in generale si osserva che col ritorno delle condizioni normali ricompaiono le forme e i colori primitivi; ma vi sono casi nei quali i nuovi caratteri si trasmettono per più generazioni, e la questione è assai difficile da risolvere.

Giovanni de Lamarck fu il primo a ritenere che la causa principale delle variazioni degli organismi dovesse ricercarsi nell'influenza dell'ambiente, il quale, favorendo od ostacolando l'uso di certi organi, porterebbe ad un maggiore o minore sviluppo di essi e quindi col tempo a modificazioni profonde di tutto il corpo, trasmissibili per eredità: in altri termini porterebbe alla formazione di nuove specie. Perciò, secondo il Lamarck, la lunghezza del collo della Giraffa, ad es., sarebbe dovuta al continuo esercizio dei muscoli di esso per lo sforzo fatto da questo animale onde arrivare a cibarsi delle foglie degli alberi alti nella regione in cui viveva e al trasmettersi per eredità ai discendenti di tale muscolatura sempre più forte. Così pure l'assenza di denti nel Formichiere si spiegherebbe con l'abitudine da questi assunta di nutrirsi di piccoli insetti per cui non occorre la masticazione. In altre parole, secondo questa dottrina, che dal fondatore prese il nome di *lamarckismo*, la *funzione crea l'organo* e il *non uso* lo fa regredire e scomparire. Scarsi sono i dati sperimentali in proposito. Certo l'uso di un organo lo rafforza, mentre il disuso tende ad atrofizzarlo; ma sembra che, ad ogni modo, tali modificazioni non siano trasmissibili per eredità. Non è detto che il figlio di un atleta, ad es., nasca anch'esso atleta, per il solo fatto di essere suo figlio.

Variabilità individuale. – Indipendentemente dall'influenza dell'ambiente, esiste, secondo Carlo Darwin, una variabilità, dovuta *al caso*, che consiste nel fatto che i figli sono simili ai genitori, ma non *identici*. Si tratta di piccole variazioni (*variazioni individuali*), per cui, ad es., esaminando un certo numero di individui di Cervo volante, notiamo come la lunghezza delle mandibole (le così dette *corna*) nei maschi di questa specie varii da individuo a individuo, sì che non se ne trovano due uguali (fig. 520). Ma, a queste piccole variazioni, apparentemente senza importanza, il Darwin dette invece una importanza grandissima, ponendole a fondamento della sua teoria della evoluzione. Infatti il Darwin ritenne che se fra queste piccole variazioni, apparse a caso, qualcuna fosse stata utile alla specie che la possedeva, trovandosi questa in vantaggio in confronto alle altre, avrebbe finito

non solo col conservare questa variazione, ma col renderla sempre più forte e più accentuata nei discendenti, e questo avrebbe portato di conseguenza una lenta e graduale trasformazione della specie stessa.

Trasformazione in meglio, ossia in un essere *più adatto*, e conseguente anche *adattamento all'ambiente*. Tutto questo perchè in natura agisce la scelta o *selezione naturale*, conseguenza di un fatto di carattere universale: la *lotta per la vita*. Questa concezione informò di sè tutta la biologia dal Darwin in poi, e prese da lui il nome di *darwinismo*. Ai primitivi entusiasmi per la teoria darwiniana è subentrata oggi una critica più serena e più profonda, cosicchè si è visto che le variazioni individuali, alle quali Darwin annetteva la massima importanza, anzichè essere ereditabili e accumularsi in una data direzione, oscillano intorno ad una media (*variabilità fluttuante*) sì che la specie, se si tratta di specie pura, rimarrebbe, per dirla coi vecchi naturalisti, fissa nei suoi caratteri, se non intervenisse, a rompere per così dire l'equilibrio, un'altra specie di variabilità, la:

Fig. 520. – Variabilità nella grandezza delle mandibole nel Cervo volante.

Variabilità per mutazione. – Col nome di *mutazione* si designa una variazione che si manifesta bruscamente in uno o più individui di una medesima razza o specie, per cui compaiono caratteri nuovi, ma che, a differenza di quelli appartenenti alla variabilità fluttuante, *sono trasmissibili per eredità.*

Il Darwin conosceva l'esistenza in natura di mutazioni, e cita infatti come esempio la razza « *Ancon* » a gambe corte, generata da un agnello del Massachussets; ma non vi dette grande importanza, ritenendo queste mutazioni piuttosto come eccezioni, e le chiamò *sports* o *single variations*.

Oggi invece, dopo gli studî del De Vries, che si può ritenere il fondatore della teoria delle mutazioni, si dà grande importanza a queste mutazioni, sia perchè si possono ottenere da esse nuove razze isolando i *mutanti* e selezionandoli, sia perchè esse, agendo in natura, possono dare origine a nuove specie.

Infatti altro sono i *mutanti* e altro i *varianti*; quelli sono individui diversi dagli altri non solo per caratteri esterni (*fenotipici*), ma anche per caratteri interessanti il plasma generatore (*genotipici*) e perciò ereditabili; questi sono invece individui a semplice *variabilità fluttuante*, ossia mutevole col mutare delle condizioni ambiente. Perciò quando l'allevatore sceglie un individuo fra quelli componenti una razza e ottiene il suo scopo, di farne cioè una razza nuova, questo risultato si deve non al fatto che esso è riuscito ad accumulare in una data direzione piccole variazioni individuali come riteneva Darwin; ma al fatto di aver

Ugo De Vries.

scelto un *mutante* (*genotipo*) e non un *variante* (*fenotipo*), anche se la sua scelta è stata fatta inconsciamente.

Per quali cause compaiano queste mutazioni, in linea generale non si sa. Però qualche volta esse possono comparire in seguito a variazioni di ambiente o anche in seguito ad incroci.

Ugo De Vries autore della *Teoria della mutazione* (1901-1903). Secondo questo sostenitore della teoria della evoluzione «le specie non si sono originate mediante una lenta selezione durata secoli e secoli, bensì per salti, mediante variazioni improvvise, quando anche minime».

CENNI SULLA TEORIA DELLA EVOLUZIONE

Abbiamo più volte accennato, nel corso del nostro studio, alla ***teoria della evoluzione*** e crediamo opportuno farne qui un cenno.

In biologia si intende per *teoria della evoluzione* la dottrina secondo la quale gli esseri viventi più complessi sarebbero derivati geneticamente da altri esseri più semplici apparsi nei primi tempi della storia della terra e susseguitisi poi gli uni agli altri con forme sempre più differenziate e meglio organizzate fino ai giorni nostri.

Quanto all'origine di questi primi esseri nulla sappiamo e si possono fare soltanto delle ipotesi. Fra le varie teorie esposte ve n'è una, secondo la quale si può ammettere che i primi esseri viventi siano stati semplici grumi di protoplasmi originatisi dall'associazione di microscopiche particelle colloidali in condizioni speciali di ambiente, che si ritiene essere la profondità dei mari: ma si tratta di supposizioni troppo vaghe, sulle quali nulla si può dire di positivo. Piuttosto, una volta sorta la vita sulla terra, come si diffuse essa in tutti gli ambienti, come si svolse, come si differenziarono le varie forme organiche? La teoria della evoluzione ammette che ciò sia avvenuto per effetto di *forze* e di *leggi naturali*, e procede quindi alla ricerca di queste forze e di queste leggi, tentando di sollevare il misterioso velo sotto cui si nasconde il più grande problema che affatica la mente umana: quello della ***origine della specie.***

Fra coloro che sostennero la teoria della evoluzione, opponendosi al concetto della *fissità* della specie affermata dal Linneo (*Tot sunt species quot ab initio creavit infinitum Ens*) e successivamente da Giorgio Dagoberto Cuvier (1768-1832), il più illustre fondatore della anatomia *comparata*, vanno ricordati in prima linea Lamarck e Darwin, i quali diedero origine a due scuole diverse: quella dei *lamarckisti* e quella dei *darwinisti*, a seconda che i *metodi* della evoluzione si riferiscono alle idee espresse dal Lamarck o a quelle espresse dal Darwin.

Tanto la teoria del Lamarck quanto quella del Darwin conducono alla medesima conclusione che le specie animali e vegetali non sono fisse, ma possono trasformarsi e possono derivare le une dalle altre per modificazioni successive, essendo le nuove caratteristiche, acquistate o comparse casualmente, trasmesse alle generazioni seguenti, in modo che da una specie se ne possa formare un'altra. Il meccanismo però, come si è già detto, col quale si compie questa evoluzione è diverso per le due teorie, poichè mentre per il Lamarck è l'ambiente che produce le modificazioni ed è la funzione che crea l'organo, per il Darwin le variazioni compaiono a caso ed è la *selezione* che interviene a fissarle o ad eliminarle; le vecchie forme scompaiono per dar luogo a forme più adatte e perfezionate. Diverso quindi è anche il modo di derivazione di una specie da un'altra, perchè mentre per il Lamarck, da un rettile, ad es., può derivare direttamente un uccello per modificazione degli arti ante-

riori che si trasformano in ali; per il DARWIN questa derivazione non può essere che *indiretta*, ossia essersi verificata attraverso altre forme *vissute nel corso delle epoche geologiche* e che poi si estinsero essendo divenute inadatte. Le forme di un gruppo derivano da un antenato comune a più gruppi e si ricollegano quindi, per questo antenato comune, a questi altri gruppi diversi coi quali non vi può perciò essere derivazione diretta ma soltanto *affinità di origine*.

L'ordinamento delle specie in generi, in famiglie, in ordini, in classi, in tipi, deve quindi essere rappresentato, secondo il DARWIN, come un grande albero alla cui base stanno gli organismi più semplici e primitivi e il cui tronco si ramifica via via che ci si innalza verso le forme più vicine a noi in branche sempre più divergenti; la connessione dei rami fra loro e col tronco principale è rappresentata dai gruppi *estinti* e dalle forme fossili, rappresentanti come gli anelli di congiunzione fra un gruppo ed un altro. Ci sono delle *prove* che valgono a confermare questa teoria?

Si citano generalmente le seguenti tratte dalla *Paleontologia*, dalla *Embriologia*, dalla *Anatomia* e *Fisiologia comparate*, dalla *Biogeografia*, dalla *Sistematica*.

PROVE TRATTE DALLA PALEONTOLOGIA. – Lo studio delle specie *fossili* ha dimostrato che gli organismi antichi erano diversi dagli attuali e tanto più diversi quanto più antichi, e che, qualunque gruppo si consideri, si trovano tracce delle forme inferiori di esso depositate entro strati cronologicamente più antichi. Così per i Pesci vengono prima i cartilaginei e poi gli ossei; per gli Insetti prima gli Ortotteri e poi i Coleotteri; per i Mammiferi prima quelli implacentali (marsupiali) e poi quelli placentali.

Studiando i resti fossili che si trovano entro gli strati della crosta terrestre, si è visto che essi si succedono sempre nel medesimo ordine. Ad es., se una specie A si trova in uno strato, e un'altra specie B nello strato superiore, e la specie C nello strato ancora superiore a B; questo ordine ABC si riscontra in tutti i luoghi esplorati della terra. D'altra parte gli strati sono formati da materiale roccioso che si è depositato in tempi successivi, poichè è stato trasportato al mare dai fiumi, come si verifica anche attualmente nella maggior parte dei casi; e perciò gli strati che si trovano più in basso sono anche geologicamente più antichi; quindi una serie lineare di specie fossili ci illustra anche il decorso delle stratificazioni nel tempo.

I terreni più antichi contengono le specie fossili più antiche, e il succedersi delle faune e delle flore indica che in esse sono avvenute trasformazioni continue e con specie che da forme meno evolute passano via via a forme più evolute. Così per gli animali compaiono prima gli Invertebrati e poi i Vertebrati; e in questi si succedono le classi dei Pesci, dei Rettili, degli Anfibi, degli Uccelli, dei Mammiferi. Per le piante prima compaiono le Crittogame e poi le Fanerogame ginnosperme e quindi le angiosperme.

Inoltre si sono trovate forme fossili aventi caratteri di transizione fra un gruppo ed un altro. L'*Archaeopteryx*, ad es., è un uccello, ma con denti nelle mascelle, dita e unghie sviluppate nelle ali, vertebre caudali numerose; ossia con organi e strutture proprie dei Rettili, dai quali verisimilmente discesero gli Uccelli. Nella serie degli antenati del Cavallo attuale, trovati in America, si nota graduale riduzione del numero delle dita dei piedi (prima 5, poi 3, poi 1, come è nel cavallo attuale).

PROVE TRATTE DALLA EMBRIOLOGIA. - L'embrione di Balena presenta caratteri abbastanza simili a quelli dei Mammiferi terricoli: come la presenza dei denti, di peli, di narici poste davanti, di coda conica, di abbozzi delle estremità posteriori, e ciò non è spiegabile se non si ammette che gli antenati di essa erano terricoli.

Ma già GOETHE aveva scoperto l'*osso intermascellare* nell'uomo, cioè l'osso situato fra i due mascellari, che compare nell'embrione umano e poi scompare in seguito, perchè si salda coi pezzi vicini del mascellare superiore, mentre nelle scimmie esso rimane distinto fino all'età adulta. Studî ulteriori provarono come gli archi e le fessure branchiali, che per

sistono come tali nei Pesci allo stato adulto, si ritrovano anche nell'embrione umano, nel qualo sono appena accennati gli archi branchiali, che si trasformano poi in altre parti, come lo scheletro della faccia, la tromba di Eustachio, la cassa del timpano, il condotto uditivo esterno, provenienti dalla prima fessura branchiale (figg. 521, 522).

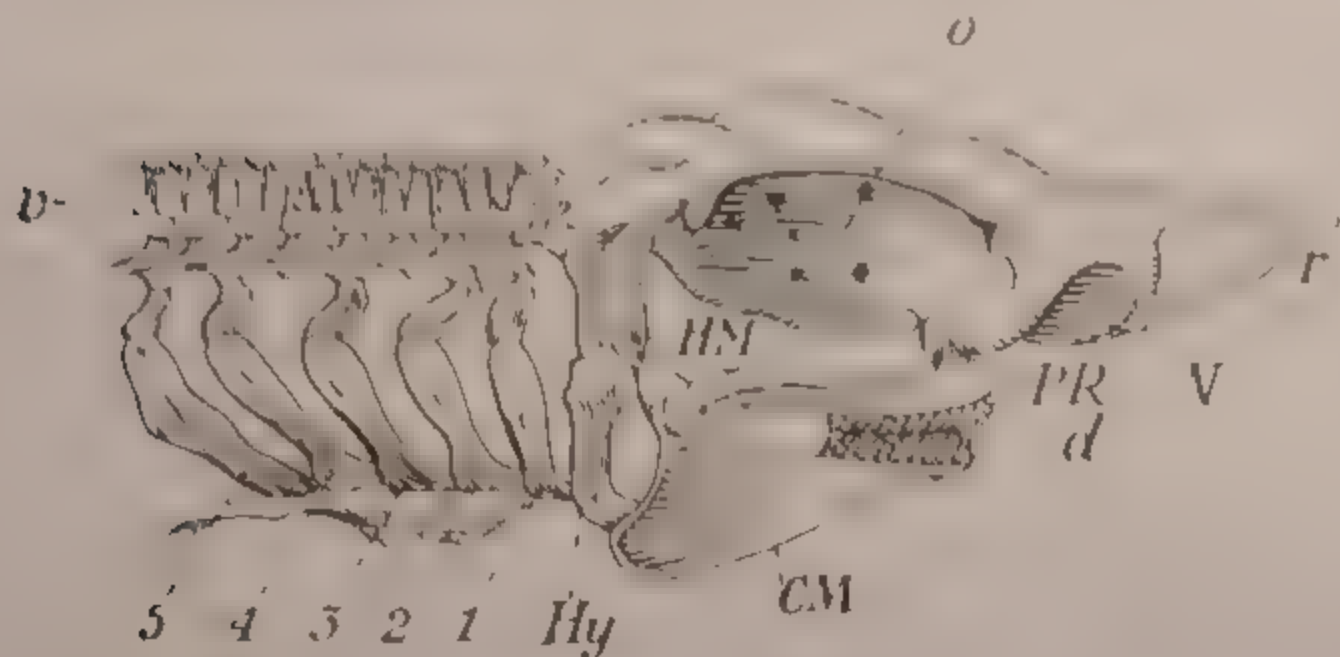



Fig. 521. – Scheletro di un Pesce dell'Ordino dei Selaci (*Mustelus vulgaris*).

Il primo arco (*mandibolare*) è formato da due pezzi il *palato quadrato* (*PR*) e la *cartilagine di Meckel* (*CM*). Il secondo arco (*ioideo*) e pure formato di due pezzi: l'iomandibolare (*HM*) e l'*ioide* propriamente detto (*Hy*). — 1, 2, 3, 4, 5) archi branchiali; *v*) vertebre, *r*) rostro, *o*) orbita; *N*) capsula nasale; *d*) denti.

Così, se si considera il cuore embrionale dei Mammiferi a ventricoli comunicanti; esso sembra ripetere nella sua struttura il cuore dei Rettili.

Abbiamo già ricordato a questo proposito la *legge biogenetica dell'Haeckel*.

Prove tratte dalla Anatomia e Fisiologia comparate. – Già l'unità del *piano di organizzazione* di un Tipo di animali è favorevole alla ipotesi della evoluzione. Se consideriamo, ad es., gli arti dei Vertebrati, vediamo che essi sono adattati alle varie funzioni di correre, arrampicarsi, saltare, volare, nuotare; ma l'armatura scheletrica interna di essi ha lo stesso piano di struttura e in particolare si è poi variamente modificata e trasformata adattandosi ai varî bisogni.

Ma alla luce di questa teoria appare chiaro anche il significato dell'esistenza di certi organi che ebbero un tempo una funzione e che poi la perdettero, essendo divenuti organi inutili (*organi rudimentali*). Abbiamo già detto più innanzi delle ossa rudimentali delle Balene; ma si possono citare altri esempi. Così gli occhi atrofici degli animali che vivono nelle caverne; l'ala spuria d'alcuni Uccelli che si può riguardare come un tipo rudimentale; nell'uomo la *plica semilunaris* della congiuntiva, che corrisponde a una terza palpebra, ossia alla membrana *nittitante* di alcuni animali, ad es. Uccelli.

Fig. 522. – Schema dell'evoluzione dello scheletro viscerale nei Mammiferi.

1. *q, p, m*) parti dell'araco mandibolare (*q*, quadrto, *p*, palatino; *m*, cartilagine di Meckel); *hg*) arco ioideo; *hm*) iomandibolare, *ab*) archi branchiali; *co*) capsula otica; *sq*) squammoso. – 2. Disposizione definitiva. Si è formata la cassa del timpano (orecchio medio) delimitata dallo squammoso, che si è esteso fino alla capsula otica, e dall'anello timpanico (*at*). Si sono formati gli ossicini, *m*) martello (dalla base della cartilagine di Meckel); *q*) l'incudine (dall'osso quadrato); *hm* l'arco della staffa (dall'iomandibolare); *pr*) finestra rotonda, *st*) apofisi stiloide. In basso: *Laringe* con cartilagine cricoide (*cr*); *th*) cartilagine tiroide; *hy*) osso ioide. *tz*) trachea; *ep*) epiglottide.

Prove tratte dalla Biogeografia. – La fauna dell'Australia è rappresentata, fra i Mammiferi, soltanto dai Monotremi e dai Marsupiali, cioè dalle forme più primitive di questo Gruppo. Secondo la teoria della evoluzione, questi animali poterono passare in questa isola allorchè essa era ancora unita col continente asiatico, ma allorchè, sul principio del terziario, avvenne la separazione di essa dall'Asia, questi animali vennero a trovarsi auch'essi isolati e separati dai Mammiferi superiori che nel vecchio continente continuarono invece ad evolvere, riuscendo a dominare sui primi, e si ebbe quindi un arresto della evoluzione provocata dall'isolamento geografico

Prove tratte dalla sistematica. – Si osserva che fra gli organismi semplici e i complicati esistono forme di passaggio graduali, e questo è certamente un ottimo indizio in favore della evoluzione, poichè se esso non esistesse ci sarebbe ben difficile poter spiegare l'esistenza di organismi superiori.

Il complesso degli organismi sembra costituire effettivamente uno o più alberi strettamente ramificati, ma con rami ricollegantisi alla loro origine, così da dare l'impressione che esistano rapporti effettivi di parentela fra i diversi Gruppi. D'altra parte l'incertezza dei naturalisti, che si verifica spesso allorchè si tratta di ascrivere una data forma a una *varietà* piuttosto che a una *specie*, parla in favore della trasformazione graduale della specie.

CRITICA ALLA TEORIA DELLA EVOLUZIONE

Accenneremo qui soltanto a qualche obbiezione fatta dagli stessi scienziati alla teoria della evoluzione:

1°) Le così dette *prove* della evoluzione, in realtà non sono prove, ma semplici *indizi*.

2°) Dallo studio dei fossili risulta che i primi esseri viventi, anzichè seguire un ordine di regolare successione, appaiono a fasci paralleli, i quali sono rappresentati ciascuno da un determinato Gruppo di animali, nel quale, accanto a forme inferiori troviamo forme superiori, e mancano per lo più le forme di transizione che dovrebbero collegare i diversi tipi fra loro.

3°) A proposito della legge biogenetica dell'Haeckel, si osserva che il confronto, ad es., fra gli archi branchiali degli embrioni dei Mammiferi e quelli degli embrioni dei Pesci non porta necessariamente a concludere che i Mammiferi siano passati nel loro sviluppo per lo stadio branchiale, cioè che si tratti di una ripetizione *atavica*; ma porta solo ad ammettere che tanto l'embrione dei Mammiferi che l'embrione dei Pesci si sviluppa secondo un *piano di organizzazione* generale proprio del tipo al quale appartengono. Quindi tali embrioni hanno soltanto degli abbozzi comuni di organi che sono necessari per la costruzione di certe parti del corpo che da essi dipendono; ma mentre gli uni sono destinati a produrre le branchie, gli altri si svilupperanno in maniera del tutto diversa e specifica, formando altri organi. E d'altra parte i così detti organi rudimentali in realtà sono spesso organi che trovano la loro ragion d'essere in una funzione determinata.

4°) Quanto ai *metodi* della evoluzione, si osserva che la selezione naturale agisce soltanto in senso *conservativo* e non già creativo: infatti affinchè un organo possa funzionare è necessario che sia già sviluppato, altrimenti non serve a nulla; che nella lotta per la vita non soggiacciono solo i più deboli ma anche i più forti; che l'utilità del mimetismo è assai discutibile giacchè, ad es., il colore delle Sogliole non può giovare ad esse, dal momento che i Pesci loro nemici sono guidati dall'olfatto anzichè dalla vista. Infine che gli *istinti* non si sviluppano gradualmente e che le piccole variazioni individuali non possono condurre alla trasformazione della specie, perchè di carattere fluttuante.

Queste obbiezioni, e altre che omettiamo per brevità, hanno certamente il loro valore; ma se il darwinismo si è mostrato insufficiente, il principio evoluzionistico è il solo per ora

che tenti di darci una spieg[illegible] e quindi sc[illegible] dei problemi relativi alla Biologia, e, come ipotesi di lavoro, è stato ed è tuttora fecondo dei più ammirabili risultati.

ANTOINE DE MONET DE LAMARCK

Antoine De Monet De Lamarck.

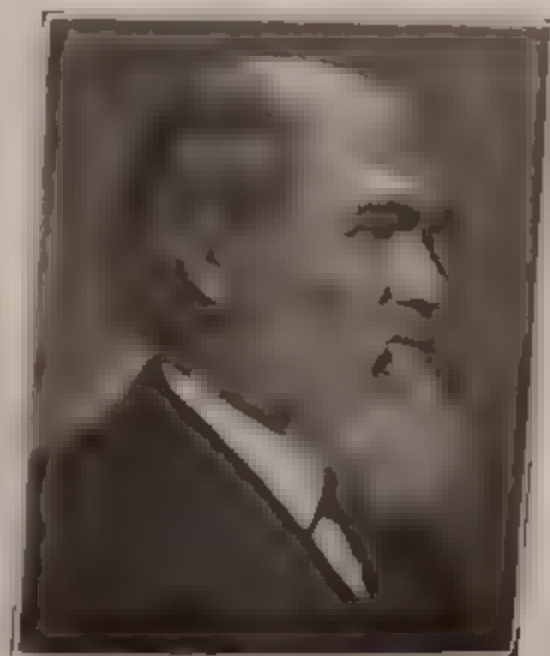
Antoine De Monet De Lamarck nacque a Bazentin presso Albert (Piccardia) il 1° agosto 1744 e morì a Parigi il 18 dicembre 1828.

Fu soldato valoroso nell'armata del Duca di Broglie, verso la fine della guerra dei sette anni. Studiò poi Medicina a P[illegible], e si interessò di Meteorologia e di Botanica. Escogitò il sistema delle *chiavi dicotomiche* per la determinazione delle specie delle piante, e fu autore, in quel tempo, della *Flore Française* (1778). Celebre poco più che trentenne, nel 1779 era già membro dell'Accademia delle scienze. Fu nominato nel 1793 professore di Zoologia degli Invertebrati al Jardin de Plantes, convertito poi nel Museo Nazionale di Storia naturale. Già cinquantenne, dovette abbandonare lo studio della Botanica e iniziarsi alla classificazione degli Insetti, Conchiglie e Coralli, organizzando e ordinando il materiale disordinato del Museo. L'intenso lavoro e l'esame minuzioso dei piccoli animali alla lente, furono causa però di un progressivo indebolimento della vista che lo portò alla cecità; cosicchè visse gli ultimi anni di sua vita [illegible] e quasi nella miseria, avendo perduto il poco che possedeva, circondato solo dalle cure affettuose delle sue due figliuole.

La sua *Filosofia zoologica* (1809) è l'opera più importante dal punto di vista dello sviluppo del pensiero scientifico del sec. XIX, poichè in essa sostenne quei principî evoluzionisti che il Darwin doveva poi riprendere sotto altra veste e con ben diversi [illegible].

CARLO DARWIN

Carlo Darwin.

Carlo Darwin nacque nel 1809 a Shrewsburg, capoluogo della contea di Shrop, sulle verdi rive della Saverna, in Inghilterra. Fin da ragazzo dimostrò amore grande per le scienze naturali, e alcuni suoi lavori sugli Insetti Coleotteri, lo resero noto ad Henslow, uomo di vasta coltura naturalistica, che prese a benvolere il giovane, il quale pareva fosse per dedicarsi alla vita di sacerdote, e lo spinse ad imbarcarsi sulla cannoniera *Beagle*, che stava per intraprendere un lungo viaggio attraverso gli Oceani, in qualità di naturalista. Il Darwin accolse con entusiasmo questa idea, tanto più che dalla lettura del «*Cosmos*» di Alessandro Humboldt, lo scienziato poeta ed artista, aveva derivato un intenso amore per i viaggi. «Questo viaggio fu per me, come egli ebbe a dire in seguito, il principio di una vita nuova, una seconda nascita, una gloria... in excelsis». Cinque anni durò il viaggio (1831-1836), durante il quale visitò le coste della Patagonia, le isole Falkland, le Chiloe, le Galapagos, i più importanti arcipelaghi del Pacifico, toccò l'Australia, e, nel ritorno attraverso gli oceani Indiano e Atlantico visitò le isole Maurizio, Sant'Elena, le Azzorre, raccogliendo una quantità di materiale,

osservando, indagando, meditando, e, [illegible], fu proprio durante questo viaggio che balenò alla sua mente l'idea della evoluzione delle specie animali e vegetali.

Ritornato in patria, passò tre anni a Londra occupato a ordinare le sue raccolte e a rivedere le sue note di viaggio che raccolse poi nel noto volume: « *Viaggi di un naturalista intorno al mondo* ».

Nel 1842 si ritirò a Downs, nella contea di Kent, in una campestre solitudine, dove rimase tutta la vita insieme con la sua famiglia e tutto preso dai suoi pensieri e dal suo lavoro. Essendo ricco e non avendo bisogno perciò di lottare per guadagnarsi la vita, potè trascorrere i suoi giorni in una tranquilla meditazione, traendo l'ispirazione per nuove opere, mettendo in valore la sua vasta coltura e rielaborando le antiche idee che egli attese a rendere note circa venti anni dopo (1859) e che si decise a pubblicare dietro le insistenze del LYELL e dell'HOCKER soltanto dopo che il WALLACE, in una sua memoria inviata alla Società Linneana, sostenendo gli stessi concetti sulla origine della specie che il DARWIN aveva pubblicato in sunto nel 1844, aveva rimesso per così dire la questione sul tappeto, e portata su di essa l'attenzione dei dotti.

CARLO DARWIN morì il 19 aprile 1882 e la sua salma ebbe sepoltura nella Abbazia di Westminster, fra quella di NEWTON e quella di LIVINGSTONE.

Lo scalpore suscitato dalla pubblicazione sull'« *Origine della specie* » fu enorme. Avversato dapprima dal popolo e dagli stessi scienziati delle più diverse Accademie, divenne in seguito un favorito: tanto che si può dire essere stato uno degli scrittori che più ebbero influenza sullo sviluppo del pensiero del sec. XIX; e questa fortuna dovette certamente un po' al suo temperamento calmo e alla sua probità di scienziato che non rifuggiva dall'accogliere le critiche degli avversari in buona fede; molto alla sua vasta erudizione e al fascino del suo stile semplice e sobrio; ma, più che tutto, al carattere rivoluzionario delle sue idee, che, mentre da un lato determinava il crollo di tutto un mondo ideologico cristallizzato nei valori assoluti del dogma e dell'*a priori*, dall'altro dava l'impulso a nuove ricerche e faceva fare alle scienze naturali un passo gigantesco in avanti, aprendo nuovi e vasti orizzonti alla indagine umana.

Il novecento doveva poi sottoporre di nuovo ad una severa revisione critica l'opera del DARWIN e dei suoi seguaci, mettendo nella sua vera luce il posto occupato da questo scienziato nella storia del pensiero umano.

LO SCHELETRO

La *funzione di sostegno* delle parti molli del corpo è affidata allo *scheletro*, il quale è costituito da un grande numero di ossa di forma e di dimensioni diverse.

Per comodità di studio distingueremo in esso: il *capo*, il *tronco*, le *estremità* (fig. 5).

Scheletro del capo. – Il capo comprende le ossa del *cranio* e quelle della *faccia*.

CRANIO (figg. 6, 523). – Le ossa del cranio sono otto (4 impari e 4 pari) congiunte fra loro in modo da formare come una specie di scatola (*scatola cranica*) dentro la quale si trova situato il cervello, il cervelletto ed il midollo allungato. Questa scatola è limitata anteriormente dall'*osso frontale*; lateralmente dalle *due ossa parietali* che corrispondono alla volta del cranio; lateralmente ancora, ma più in basso, dalle *due ossa temporali*. Posteriormente, in corrispondenza della nuca vi è l'*osso occipitale*, il quale contribuisce anche in parte a formare la base della scatola insieme con l'*osso sfenoide* posto anteriormente ad esso, al davanti del quale ancora si trova l'*etmoide*. Il *frontale* è un osso piatto emisferico che porta

ai lati della linea mediana nella sua parte esterna due rilievi detti *bozze frontali* e inferiormente ad esso due rilievi semicircolari: le *arcate orbitarie* separate dalla così detta *incisura* nasale. Dietro a questa, nello spessore dell'osso, si notano due cavità separate da un setto: i così detti *seni frontali*.

I due *parietali* sono pure ossa piatte e di forma irregolarmente quadrilatera. Essi si saldano fra loro e col frontale, coi temporali, con l'occipitale, per mezzo di *suture*, ossia per mezzo di dentellature, le quali si incastrano esattamente nelle corrispondenti rientranze delle ossa che si trovano a contatto le une con le altre.

Fig. 523. – Cranio umano visto di lato.

1. Osso frontale. — 2. Osso parietale. — 3. Osso occipitale. — 4. Osso temporale (porzione squammosa) con *a*) apofisi mastoide; *f*) condotto uditivo esterno; *s*) apofisi stiloide; *z*) apofisi zigomatica. — 5. Osso zigomatico. — 6. Ossa nasali. — 7. Mascella con 7' spina nasale anteriore. — 8. Mandibola con *c*) condilo inserito nella cavità glenoide.

I *temporali* sono formati da una porzione piatta o *squammosa* e da una parte massiccia rivolta verso l'interno della scatola cranica: la così detta *rocca petrosa* entro la quale trovasi l'organo dell'udito. Esternamente e in basso si nota un foro che immette nel *condotto uditivo esterno*. Dietro ad esso vi è una parte massiccia chiamata *apofisi mastoide*, e davanti ad esso una profonda cavità articolare (*cavità glenoide*), nella quale si adatta un prolungamento della mandibola chiamato *condilo*, ciò che permette l'articolazione di questa col cranio. Subito al di sopra del foro uditivo si ha l'*apofisi zigomatica*, che va ad unirsi in avanti con le ossa zigomatiche (della faccia).

L'*osso occipitale* è notevole perchè nella sua parte inferiore porta un foro: il *foro occipitale*, che permette il passaggio del midollo spinale. Ai lati di questo foro, inferiormente si notano due sporgenze ellittiche: i *condili* dell'occipitale.

Lo *sfenoide* (fig. 524) è situato davanti all'occipitale, e si distingue in esso una parte massiccia o *corpo* dello sfenoide, il quale porta nella sua parte superiore una infossatura detta *sella turcica*, in cui riposa la ghiandola del cervello: l'*ipofisi*. Dal corpo partono delle espansioni laterali dette *piccole ali* quelle anteriori, e *grandi ali* quelle posteriori.

Davanti allo sfenoide sta l'*etmoide*, formato da due masse ossee simmetriche, separate da una lamina perpendicolare e da una orizzontale detta *lamina cribrosa*. Attraverso a questa, che è tutta crivellata di fori, passano le fibre nervose dei nervi olfattivi (primo paio dei nervi cranici) che vanno nella mucosa nasale. Quest'osso costituisce così buona parte delle fosse nasali, e la faccia esterna di ciascuna massa laterale contribuisce a formare parte delle cavità orbitarie.

Fig. 524. – Osso sfenoide (dalla parte posteriore)
1. Grandi ali — 2. Piccole ali. — 3. Dorso della sella. — 4. Apofisi pterigoide. — 5. Tratto che separa lo sfenoide da l'occipitale

FACCIA (figg. 6, 523). – Le ossa della faccia sono quattordici, delle quali dodici pari e due impari. Queste ossa sono:

le due *nasali*, che si saldano con il frontale;

le due *lacrimali* piccole e incastrate nella parete interna e anteriore dell'orbita;

i *mascellari superiori*, che si suturano anteriormente nella linea mediana e portano i denti superiori;

le *ossa palatine*, che formano la volta superiore del palato;

le *ossa zigomatiche*, situate all'esterno e al di sotto dell'orbita;

i *due turbinati* o *cornetti inferiori* che sono piccole ossa situate dentro e inferiormente alle fosse nasali e ravvolte a cartoccio;

il *vomere*, osso impari in forma di lamina verticale, che divide le due cavità nasali;

la *mandibola*, che porta i denti inferiori, e, a differenza di tutte le altre ossa della faccia e del cranio, è articolata, ciò che permette la masticazione e la fonazione.

Scheletro del tronco. – Lo scheletro del tronco è costituito dalla *colonna vertebrale*, dalle *costole* e dallo *sterno*.

COLONNA VERTEBRALE (fig. 6, 525). – La colonna vertebrale è formata da 33 o 34 vertebre sovrapposte le une alle altre in serie lineare, e

Fig. 525. – Colonna vertebrale (regioni: dorsale, lombare, sacrale).

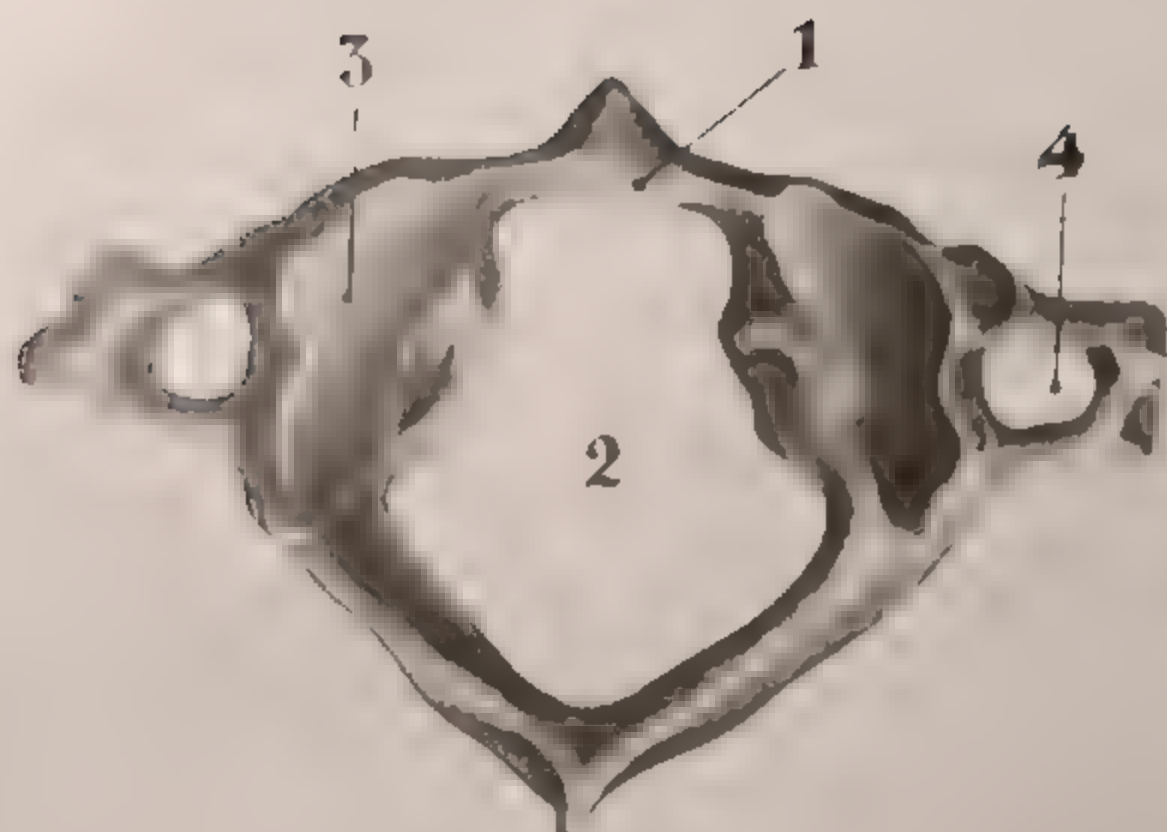



Fig. 526. – Atlante

1. Arco anteriore con faccetta interna, in cui si adatta l'apofisi odontoide. — 2. Foro vertebrale. — 3. Faccetta articolare superiore (cavità glenoide), che si adatta ai condili dell'occipitale. — 4. Foro per l'arteria vertebrale.

Fig. 527. – Epistrofeo.

a) apofisi odontoide (dente dell'epistrofeo).

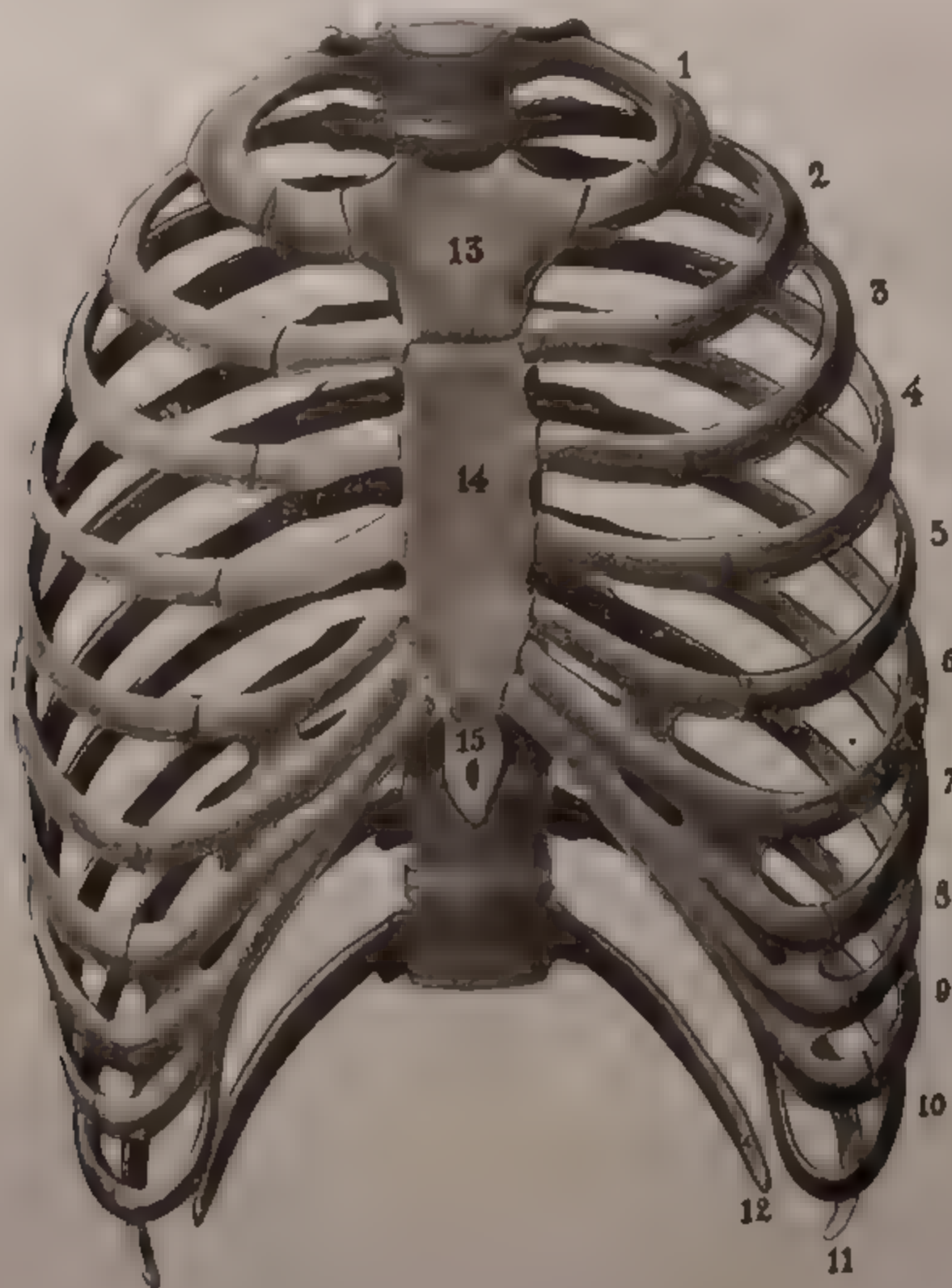



Fig. 528. – Torace veduto dalla sua faccia anteriore.

1-7. Coste sternali. — 8-12. Coste asternali, di cui le due ultime dette *fluttuanti*, con le loro cartilagini costali. — 13. Manubrio dello sterno. — 14. Corpo dello sterno. — 15. Appendice xifoidea.

si possono distinguere in essa cinque regioni: la regione *cervicale* composta di 7 vertebre; la regione *dorsale* di 12 vertebre; la regione *lombare* di 5 vertebre; la regione *sacrale* di 5 e la regione *coccigea* di 4 o 5.

Se esaminiamo una *vertebra tipo* (fig. 7), come quella della regione dorsale, vi si notano le seguenti parti: una porzione massiccia, detta *corpo* della vertebra situata ventralmente; un *arco neurale*, situato dorsalmente, che delimita un foro (*foro vertebrale*); dei prolungamenti o *apofisi*, dei quali uno mediano detto *apofisi spinosa*, due laterali detti *apofisi trasverse*, e due più piccoli, posti uno per lato superiormente, che servono ad articolare una vertebra con l'altra, detti *apofisi articolari*. Altre due apofisi articolari, poste inferiormente, sono ridotte a delle semplici *faccette articolari*.

Fig. 529. – Scapola.
1. Acromion. — 2. Apofisi coracoide. — 3. Spina della scapola. — 4. Cavità glenoide.

In ogni vertebra dorsale si notano inoltre ai lati due semifaccette articolari, poste una di sopra e una di sotto, che servono per accogliere la testa delle coste con le quali si articolano.

Ma non tutte le vertebre hanno questa costituzione. Specialmente notevoli sono la *prima* e la *seconda vertebra della regione cervicale*, quelle della *regione sacrale* e quelle della *regione coccigea*.

La prima vertebra cervicale (fig. 526) è priva di corpo e di apofisi spinosa ed è ridotta ad un solo anello: inoltre porta superiormente due faccette articolari (una per lato) di forma ovale e leggermente concave, le quali si adattano nei corrispondenti rigonfiamenti che si trovano ai lati del foro occipitale e che dicemmo essere i condili dell'occipitale. Questa vertebra serve adunque per l'articolazione della colonna vertebrale col cranio, e poichè sorregge la testa, come il mitologico gigante che sorreggeva sulle spalle la volta del cielo, fu chiamata *Atlante*. La seconda vertebra cervicale, detta *epistrofeo* (fig. 527), porta nel suo corpo superiormente un rilievo a guisa di dente (detto perciò *apofisi odontoide*) che va ad appoggiarsi contro la parte interna dell'arco anteriore dell'atlante; cosicchè questo puo girare insieme col cranio intorno al dente dell'epistrofeo come un uscio puo girare sui suoi cardini. Le prime due vertebre si sono insomma modificate in modo da permettere i movi-

menti della testa sulla colonna vertebrale su cui appoggia. Infatti il dente dell'epistrofeo rappresenta il corpo dell'atlante che durante lo sviluppo si è saldato a quello dell'epistrofeo, anzichè unirsi alle altre parti della vertebra stessa.

Le vertebre cervicali portano lateralmente due fori per il passaggio delle arterie.

Fig. 530.
1. Omero (faccia anteriore). 2. Radio. 3. Ulna. t, testa dell'omero; c, condilo o piccola testa per l'articolazione col radio; tr, troclea, per la articolazione con l'ulna.

Le *vertebre sacrali*, a differenza di tutte le altre che sono separate da dischi cartilaginei, sono invece saldate insieme e formano un osso unico detto *osso sacro*, forte e massiccio, che prende parte alla costituzione del bacino unendosi alle ossa iliache di questo (fig. 532).

Il *coccige* è formato da 4 o 5 vertebre per lo più saldate, ma talvolta distinte, nelle quali non è più possibile osservare le parti caratteristiche di una vertebra. Sono dei rudimenti di ossa ridotte più che altro al solo corpo.

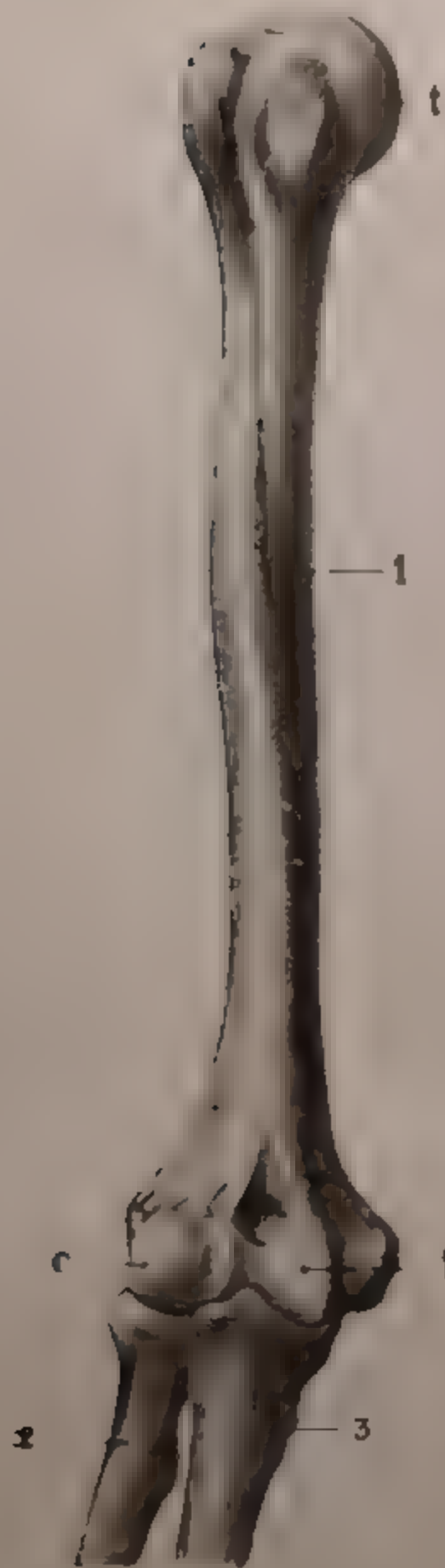
Considerata nel suo insieme, la colonna vertebrale presenta dunque ventralmente i corpi vertebrali e dorsalmente i fori vertebrali, che, sovrapponendosi, formano un *canale* entro cui trovasi il midollo spinale. Inoltre essa non è diritta, ma ha quattro curvature, due a convessità anteriore (regione cervicale e lombare) e due a convessità posteriore (regione dorsale e sacrale-coccigea).

COSTE O COSTOLE (fig. 528). – Le coste, in numero di 12 paia sono ossa lunghe che si articolano da una parte con le vertebre della regione dorsale e dall'altra con lo *sterno*, osso impari mediano del petto, formando così una specie di gabbia: la *gabbia toracica* entro cui stanno i polmoni ed il cuore. Non tutte le coste si articolano per mezzo della corrispondente cartilagine con lo sterno; ma soltanto le prime sette paia (*coste vere*). Le tre paia seguenti hanno le loro cartilagini che si uniscono in una sola, la quale si attacca alla cartilagine della settima costa (*coste false*). Le due ultime paia sono dette *coste libere* o *fluttuanti* perchè sono più corte e non arrivano ad articolarsi con le altre.

Nello sterno si distingue una parte superiore slargata e breve: il *manubrio*; una parte media; il *corpo*; una estremità inferiore: *appendice ensiforme* o *xifoidea*.

Scheletro delle estremità. – Le estremità superiori ed inferiori sono in rapporto stretto con due regioni fisse o cinture chiamate rispettivamente *cinto scapolare* e *cinto pelvico*.

CINTO SCAPOLARE. – Il cinto scapolare è formato dalle due *clavicole* e dalle due *scapole*.

Ogni *scapola* (fig. 529) è formata da un osso largo, piatto e sottile, di forma triangolare, ed è situata nella parte superiore e dorsale della gabbia toracica. Superiormente ed esternamente vi si nota una sporgenza o cresta che termina in alto con una apofisi voluminosa: l'*acromion*. Lateralmente e in alto si nota pure una cavità detta *glenoidea*, al di sopra della quale sporge una apofisi a guisa di becco di corvo, chiamata appunto *apofisi coracoide*.

La *clavicola* è un osso allungato, ricurvo ad S, situato trasversalmente, e articolato da una parte con lo sterno e dall'altra con l'acromion.

Estremità superiori. – Con la cavità glenoidea della scapola si articola la testa rotondeggiante dell'*omero*, che è l'osso del braccio.

Corrispondentemente all'avambraccio si hanno due ossa: il *radio* e l'*ulna* (fig. 530). Tenendo la palma della mano rivolta in avanti e col pollice in fuori, il radio viene a trovarsi pure rivolto in fuori e l'ulna in dentro.

Vengono poi le ossa del *carpo* corrispondenti al polso; quelle del *metacarpo* corrispondenti alla palma della mano, e le *falangi*, *falangine*, *falangette* corrispondenti alle dita (fig. 531).

Cinto pelvico. – Il cinto pelvico (fig. 532) è formato da due grandi ossa robuste: le ossa *iliache* che si articolano da una parte con l'osso sacro, dall'altra e anteriormente con le *ossa pubiche*, poste davanti, e con le *ossa ischiatiche*, poste più in basso. Ma mentre queste tre paia di ossa sono distinguibili nel bambino, nell'adulto non lo sono più perchè esse si sono saldate fra loro.

Estremità inferiori. – Le ossa iliache lateralmente presentano una cavità: la cavità *cotiloidea* (che ha un fondo non articolare detto *acetabolo*), e in cui si adatta la testa rotondeggiante del *femore*, che è l'osso corrispondente alla coscia. Seguono poi due ossa corrispondentemente alla gamba: la *tibia*, più grossa e la *fibula* o *perone*, più sottile (fig. 533). Poi vengono le ossa del *tarso*, del *metatarso*, e le *falangi*, *falangine*, *falangette* (fig. 534).

Fig. 531. – Ossa della mano (faccia dorsale). Ossa del carpo: 1. Scafoide. — 2. Semilunare. 3. Piramidale. 4. Pisiforme — 5. Trapezio. 6. Trapezoide. 7. Grande osso. — 8. Uncinato. I, II, III, IV, V) Metacarpo: *a*) falange; *b*) falangina; c) falangetta; *u*) radio; *r*) ulna.

In corrispondenza del ginocchio si osserva un altro osso: la *rotula*.

Le ossa e le articolazioni. – Le ossa nel loro sviluppo si formano da un primitivo tessuto connettivo, che poi passa a cartilagineo, e quindi a tessuto osseo propriamente detto, duro e compatto per le sostanze minerali che contiene (carbonato e fosfato di calcio). Le ossa della volta del cranio e anche quelle della maggior parte della faccia non passano per lo stato cartilagineo. Porzioni di tessuto cartilagineo rimangono però ancora tali nell'adulto, specialmente in corrispondenza delle superfici di articolazione delle ossa fra loro, sia per attutire gli urti, sia per permettere maggiore mobilità alle articolazioni stesse.

Fig. 532. – Bacino visto di faccia.

1. Osso sacro. - 2. Ileo — 3. Ischio. 4. Sinfisi pubica con angolo del pube destro e sinistro in alto 5. Cavità cotiloidea.

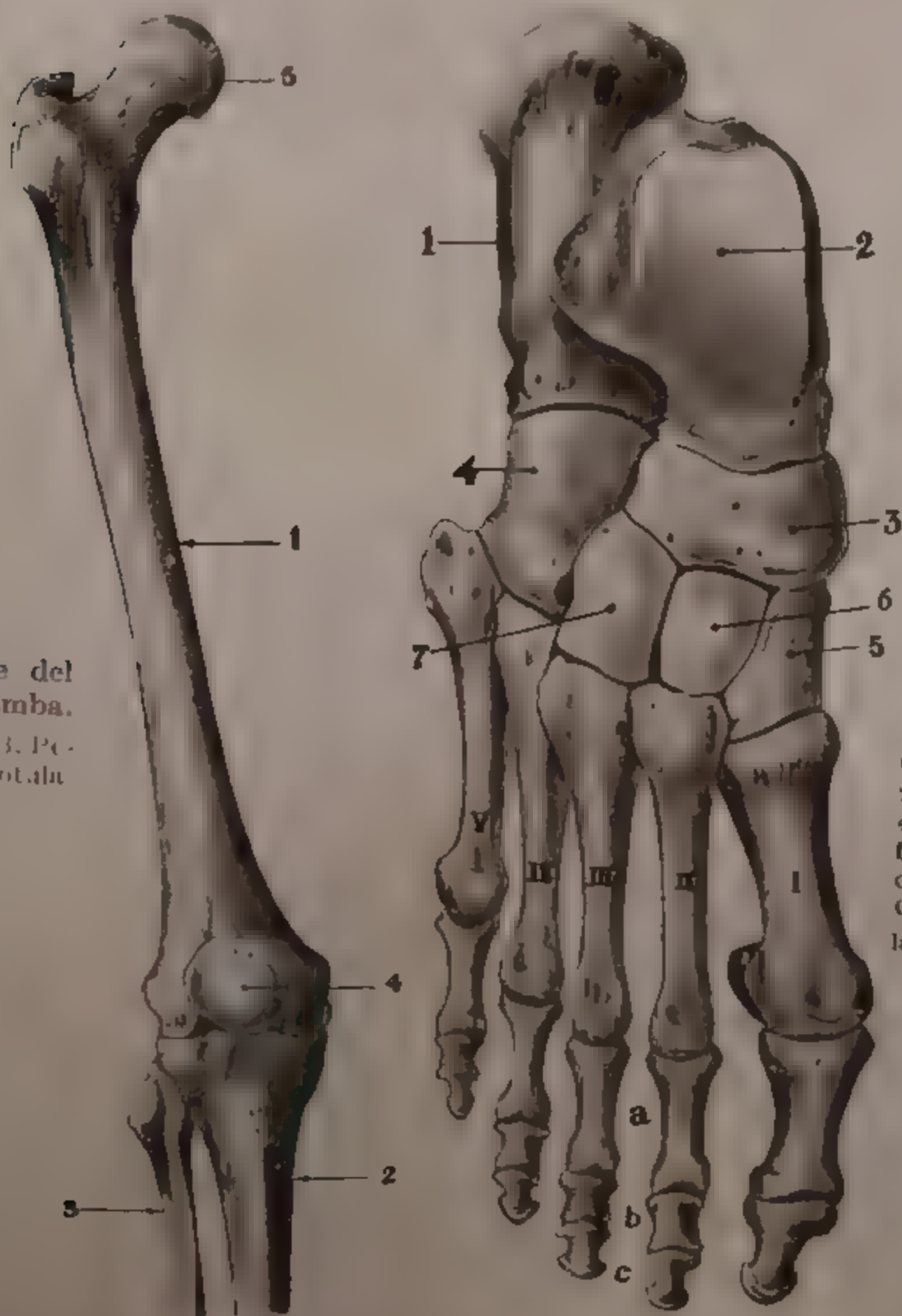



Fig. 533. - Articolazione del femore con le ossa della gamba.

1 Femore 2. Tibia. 3. Perone o fibula. — 4. Rotula 5. Testa del femore.

Fig. 534. – Ossa del piede (faccia superiore).

Ossa del tarso: 1. Calcagno 2 Astragalo. – 3 Scafoide. 4. Cuboide. – 5. Primo cuneiforme. — 6-7. Secondo e terzo cuneiforme; I, II, III, IV, V, Ossa del metatarso: a) falange; b) falangina; c) falangetta.

Le ossa si distinguono in ossa *lunghe, piatte e corte.* Le ossa lunghe, come quelle dell'omero, del femore, ecc., hanno le due estremità ingrossate, dette ciascuna testa od *epifisi*, e una parte più ristretta ed allungata detta *diafisi*. La testa è rivestita di tessuto cartilagineo, e tessuto cartilagineo si trova pure nella zona intermedia della diafisi, durante l'età giovane e sino ai venticinque anni, allorchè l'osso si allunga essendo in via di accrescimento: nell'adulto anche questa zona intermedia è ossificata. La superficie esterna dell'osso è rivestita da una membrana di tessuto connettivo sottile: il *periostio*, che per mezzo dei suoi vasi sanguigni contribuisce a nutrire il tessuto osseo e a rigenerarlo nel caso che esso venga asportato. Il periostio manca nelle epifisi.

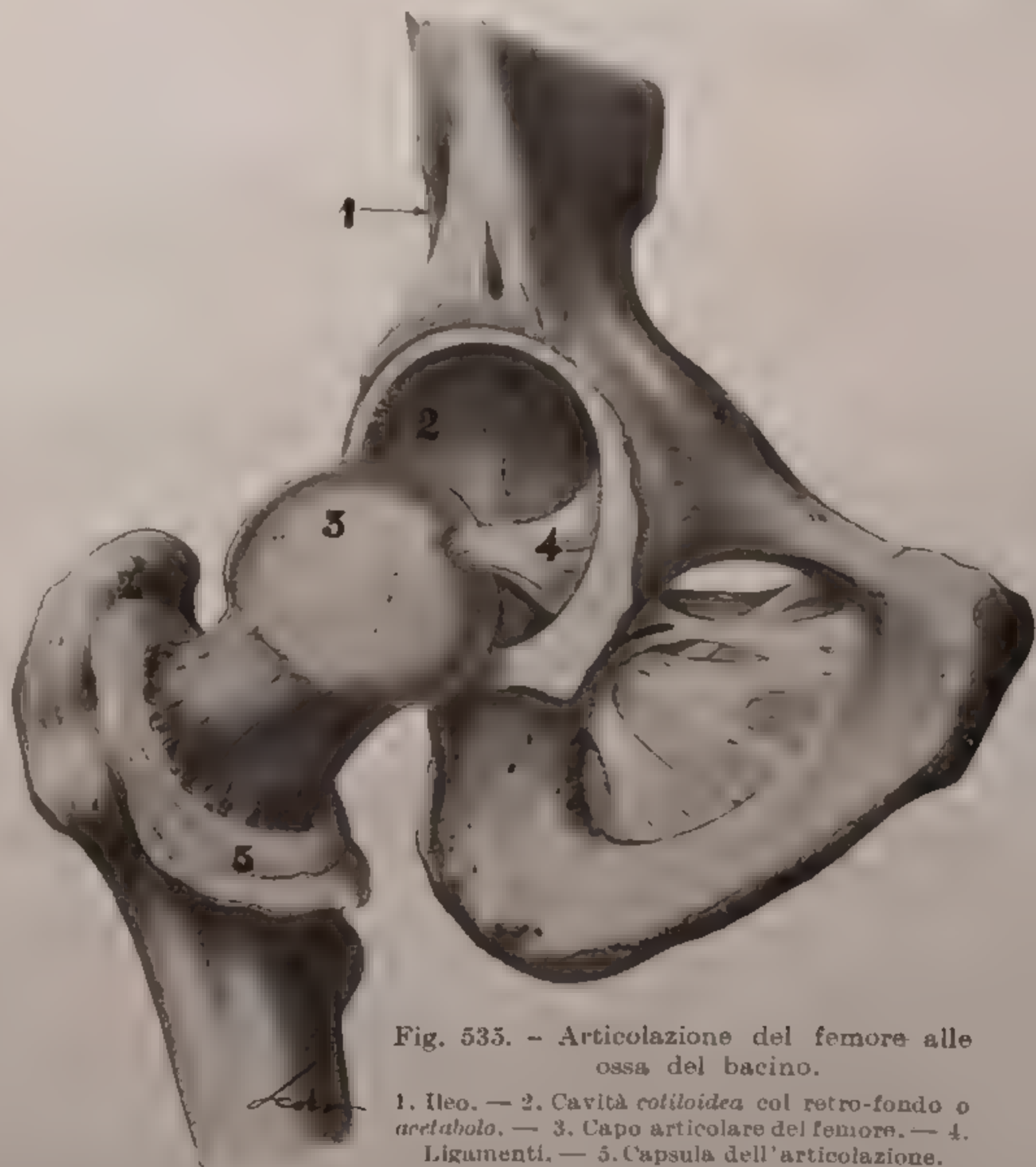



Fig. 535. – Articolazione del femore alle ossa del bacino.

1. Ileo. — 2. Cavità *cotiloidea* col retro-fondo o *acetabolo*. — 3. Capo articolare del femore. — 4. Ligamenti. — 5. Capsula dell'articolazione.

Internamente le ossa lunghe nell'adulto sono divenute cave, e la cavità è riempita da una sostanza molle e giallognola: il *midollo osseo*. In corrispondenza delle epifisi il tessuto osseo si fa spugnoso e contiene pure midollo osseo ma di colore rosso (organo *ematopoietico*).

Questa struttura interna risponde mirabilmente alla scopo di dare all'osso una grande resistenza, unita anche ad una discreta elasticità congiunta ad una certa leggerezza. Infatti se l'osso fosse pieno sarebbe più solido sì ma più fragile, meno elastico e più pesante. Purtroppo però vi sono dei punti fragili per cui si può produrre *frattura*.

Le ossa *corte* sono formate da tessuto osseo spugnoso rivestito alla periferia da tessuto osseo compatto, come, ad es., quelle delle mani e dei piedi.

Le ossa *piatte*, come quelle del cranio, sono formate da due lamine ossee in mezzo alle quali si trova un sottile strato di tessuto spugnoso.

Articolazioni. – Si è già veduto come le ossa del cranio stiano saldamente unite fra loro per mezzo di *suture*. È da notarsi che l'ossificazione non è ancora

terminata nel bambino dopo la nascita, e rimangono degli spazî membranosi detti *fontanelle*, proprio in corrispondenza delle regioni di unione delle ossa craniane fra loro. Così in corrispondenza della unione dell'osso frontale coi due parietali nella volta del cranio si ha la fontanella anteriore o *bregmatica* o *grande fontanella*, che è l'ultima a sparire, ossificandosi d'ordinario verso i due o tre anni di età.

Le suture tengono i pezzi ossei saldamente connessi, sì che questi rimangono immobili, e a questo tipo di articolazioni si dà il nome di *sinartrosi*. Si dà invece il nome di *anfiartrosi* alle articolazioni poco mobili, come quelle delle vertebre fra loro. Si chiamano infine *diartròsi* le articolazioni mobilissime che permettono movimenti molto ampî.

Fig. 536. Radiografia delle ossa del bacino.

Consideriamo, ad es., l'articolazione del femore con le ossa del bacino (fig. 535). La testa del femore è emisferica e ricoperta di cartilagine. Questa testa si adatta nella cavità *cotiloidea* corrispondente, pure ricoperta di cartilagine, e dentro cui può girare; ma a tenere unite le ossa fra loro provvedono dei cordoni fibrosi, poco elastici, che si attaccano saldamente ad esse e che vengono detti *legamenti*. Lo stesso tessuto connettivo fibroso forma anche, nel nostro caso, una specie di fascia che avvolge tutta l'articolazione e che prende il nome di *legamento capsulare*, e serve a tenere maggiormente unite le ossa fra loro. A facilitare poi la scorrevolezza della testa del femore nella cavità corrispondente si trova, aderente alle cartilagini, una membrana di natura sierosa che segrega un liquido vischioso e filante: la *sinovia*. L'infiammazione di questa membrana, per cui essa segrega in eccesso questo liquido, dicesi *sinovite*. Un'altra malattia delle articolazioni è il *reumatismo articolare*, che attanaglia le articolazioni, e l'*artrite cronica deformante* che le irrigidisce.

Le articolazioni del tipo sopra descritto permettono al femore un movimento *rotatorio*. Ma se noi consideriamo invece l'articolazione delle ossa dell'avambraccio col braccio, è facile vedere come sia possibile soltanto un movimento di *flessione* o di *estensione* dell'avambraccio sul braccio e non rotatorio. Infatti l'omero termina inferiormente con una rientranza mediana fra due sporgenze laterali. In questa rientranza si adatta una prominenza superiore (*olecrano*) dell'ulna, che, rimanendo così incastrata fra le due sporgenze laterali, può quindi spostarsi solo in senso antero-posteriore. Un leggero movimento rotatorio è però possibile all'avambraccio in quanto che in questo vi è anche il *radio*, che ha nella sua parte

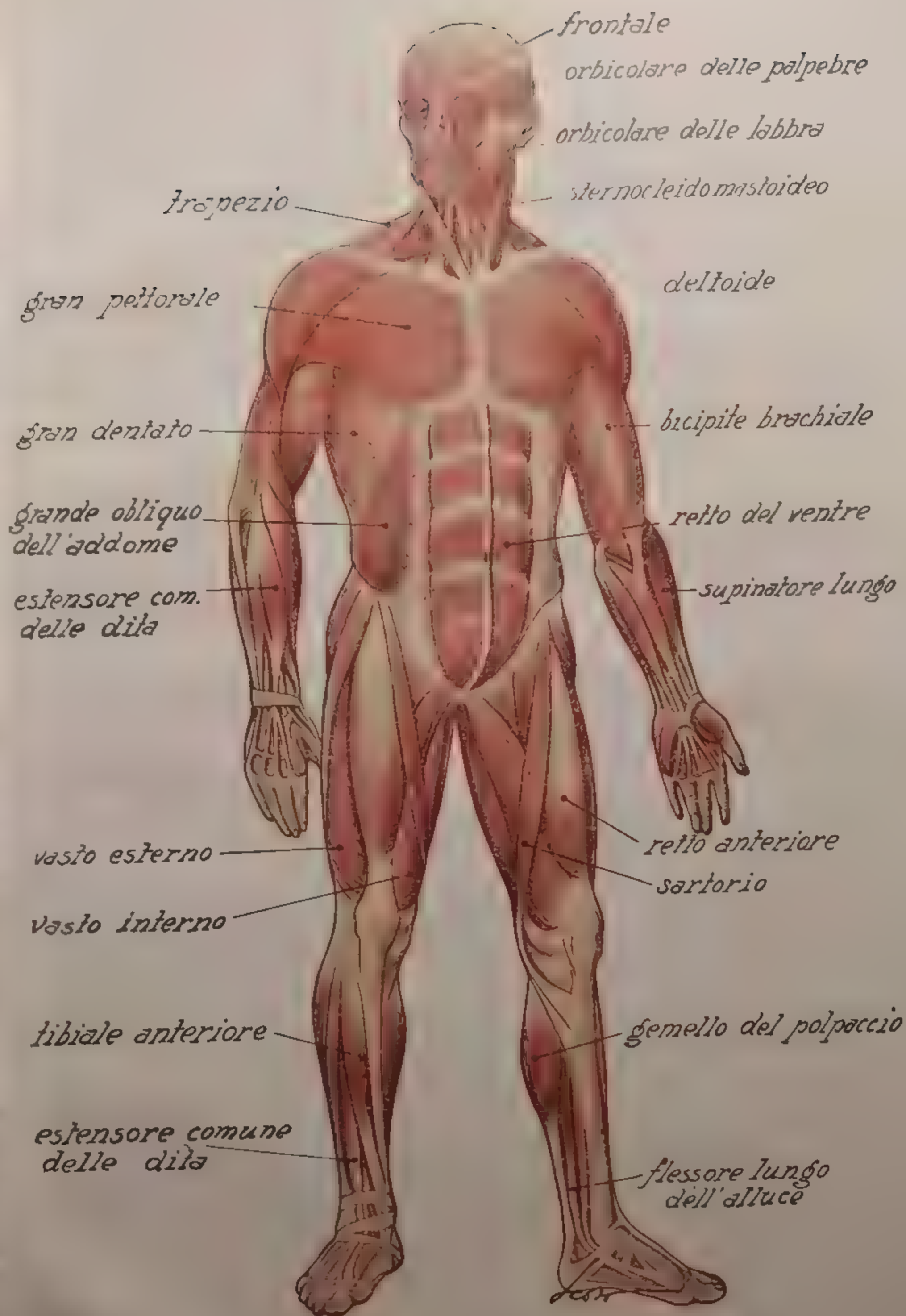



Fig. 537. - I muscoli del corpo umano.

superiore un tipo di articolazione rotatoria del genere di quella già descritta a proposito del femore.

Si vede insomma come le varie specie di movimenti del nostro corpo stano legate ai vari tipi di articolazioni. Si dice *lussazioni* lo spostamento, in seguito a un colpo, del capo dell'osso fuori della cavità che lo contiene.

I raggi X servono, come è noto, a rendere visibili fratture, lussazioni, distorsioni, lacerazioni dei legamenti, e a facilitare così l'opera del chirurgo (fig. 536).

A far muovere le ossa provvedono i muscoli.

I MUSCOLI

Quello che forma la massa più voluminosa del corpo, e che dà ad esso attribuisce in gran parte la modellatura esterna, è dato dall'insieme dei *muscoli*, cioè di masse di colore rossastro che noi indichiamo volgarmente col nome di *carne*, e che, essendo dotati di *contrattilità* e di *elasticità*, determinano i movimenti delle varie parti del corpo (fig. 537). Infatti i muscoli si impiantano nelle ossa mediante robusti cordoni di tessuto connettivo elastico — i così detti *tendini* — e contraendosi e rilasciandosi provocano spostamenti delle ossa tali da rendere possibili i vari movimenti del camminare, prendere gli oggetti, scrivere, parlare, ecc. Sono più di 500 i muscoli del nostro corpo, senza contare tutti quei muscoli così detti *lisci* — per distinguerli dai primi detti *striati* — che si trovano nei visceri (stomaco, intestino, ecc.) e che funzionano indipendentemente dalla nostra volontà. Quindi quando si parla di muscoli si intende riferirsi in generale ai muscoli striati, a quelli che risultano cioè formati dall'unione di fibre muscolari striate o volontarie, le quali, come dicemmo parlando del tessuto muscolare, sono così chiamate per la loro struttura e perchè si contraggono in dipendenza della nostra volontà. Lo stimolo alla contrazione è trasmesso alle fibre per mezzo dei nervi che terminano in essa mediante la così detta *placca motrice* in cui la fibra nervosa si suddivide formando una massa granulosa provvista di nuclei.

La forma, la grandezza, l'estensione dei muscoli è quanto mai varia.

Se esaminiamo un muscolo tipico, quale è quello che si trova nella parte anteriore del braccio, e che è chiamato *bicipite brachiale* (fig. 9), vediamo che esso ha forma di fuso, con una parte ingrossata nel mezzo detta *ventre* muscolare e con le estremità assottigliate che si prolungano nei tendini, uno dei quali — l'*inferiore* — si attacca al radio e l'altro — quello *superiore* — si divide in due (onde il nome di *bicipite*) e si attacca alla apofisi coracoide e alla parte più alta della cavità glenoidea della scapola. Contraendosi, questo muscolo fa piegare l'avambraccio verso il braccio ed è quindi un muscolo *flessore*. Il suo *antagonista* è situato posteriormente nel braccio ed è detto *tricipite brachiale*, perchè formato da tre porzioni che inferiormente si riuniscono in un tendine, il quale si inserisce all'olecrano dell'ulna. Potremo esaminarne la struttura interna tagliandolo trasversalmente e osservando parte della sezione trasversale di esso al microscopio. All'esterno si vede che il muscolo è circondato da una membrana di tessuto connettivo (il *perimisio esterno*), la quale invia verso l'interno dei sepimenti che dividono il muscolo in fasci a loro volta suddivisi in fascetti minori, a loro volta ancora suddivisi nelle fibre muscolari dal tessuto connettivo (*perimisio interno*), nel quale decorrono vasi

e nervi. Se in un pezzo di carne bollita cerchiamo di separare i fascetti **muscolari**, possiamo anche isolare poi con un ago dei sottilissimi filamenti, che non sono altro che le fibre muscolari.

Altri muscoli hanno forma diversa e si attaccano alle ossa per mezzo di fasce connettivali di fibre elastiche, simili ai tendini, dette *aponeurosi*; altri sono piccoli e interessano solo la pelle (*muscoli cutanei*). A tutti è stato dato un nome desunto sia dalla forma, sia dalla funzione, sia dai punti di inserzione con le ossa, sia da particolari relazioni. Così si ha, ad es., il *trapezio* che si estende sulla nuca, sulla scapola e sulle ultime vertebre dorsali, lo *sterno-cleido-mastoideo*, muscolo laterale del collo che si attacca da una parte allo sterno e alla clavicola, e dall'altra, all'apofisi mastoide dell'osso temporale; il *muscolo gran pettorale*; il *muscolo sartorio* posto obliquamente nella coscia e che fu così chiamato perchè contribuisce ad accavallare una coscia sull'altra come fanno i sarti; i muscoli *orbicolari* delle palpebre che fanno chiudere gli occhi; i muscoli *sfinteri* a forma di anello, e altri ancora (vedi fig. 537).

Fig. 538. — Ergografo di Angelo Mosso.

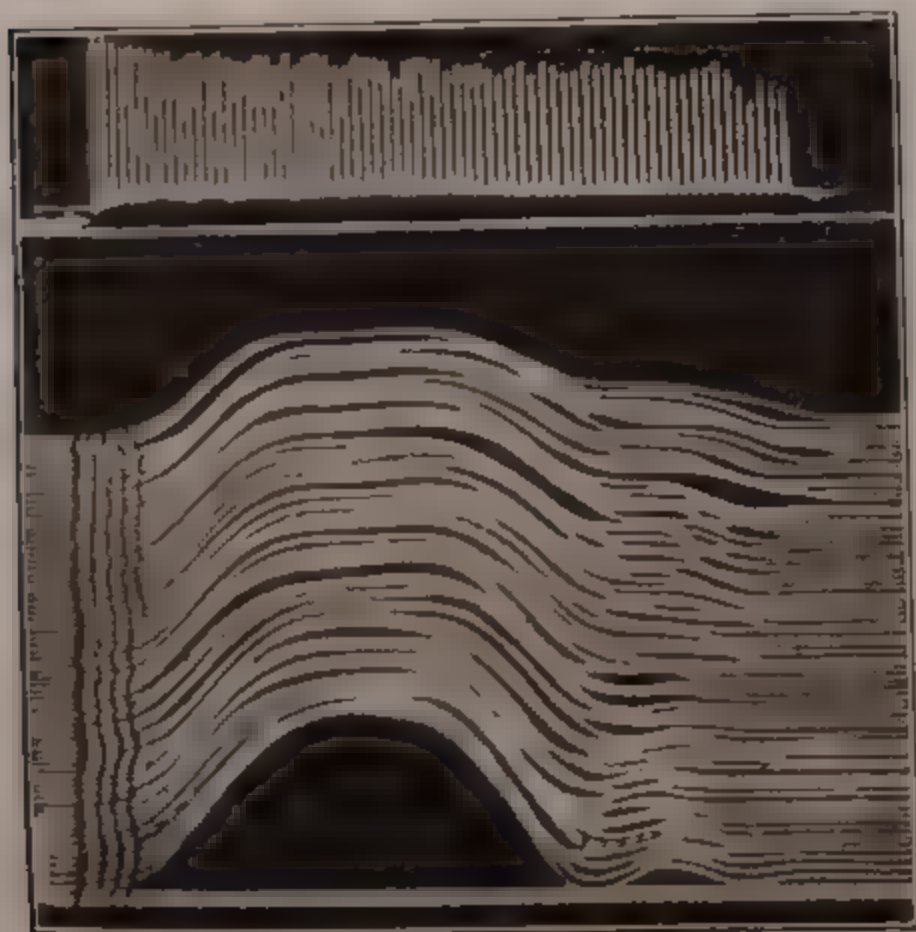



Fig. 539. — Registrazione della misura della fatica.
In alto: curva della fatica ergografica (Mosso). In basso: curva della fatica cronometrica (Patrizi), che registra la velocità della singola contrazione nei suoi tre stadi di energia *latente*, *crescente* e *decrescente*.

Fisiologia dei muscoli. — Si è già detto che i muscoli sono *contrattili* ed *elastici*. La contrattilità è funzione specifica del tessuto muscolare ed il nervo non rappresenta altro che la via di conduzione dello stimolo dai centri nervosi al muscolo. Durante la contrazione aumenta la consistenza del muscolo, mentre diminuisce la sua elasticità. Ma da che è fornita la energia necessaria a questa contrazione? Da fenomeni chimici di ossidazione, che hanno luogo nella fibra muscolare, con formazione di acido lattico e produzione di acido carbonico. Le sostanze che bruciano sono date dagli idrati di carbonio, dai grassi, dalle proteine che il sangue porta al muscolo in abbondanza durante il suo lavoro; ma specialmente dai primi sotto forma di zuccheri. L'ossidazione sarebbe attivata dalla *insulina*, che agirebbe come la scintilla che porta il glucosio a bruciare. Naturalmente queste combustioni hanno per effetto una produzione di calore assai intensa, e una parte delle calorie che si sviluppano serve a fornire ai muscoli l'energia per il loro la-

voro. Si nota altresì che il muscolo che si contrae è anche sede di fenomeni elettrici.

Il **lavoro** che è capace di compiere un muscolo è rappresentato dal prodotto del peso, che questo muscolo può sollevare contraendosi, per l'altezza alla quale il peso è sollevato. E poichè il peso rappresenta la resistenza da vincere, esso può dare la misura della forza del muscolo, poichè caricando questo con pesi gradatamente crescenti, avverrà un momento in cui il peso tanto allunga il muscolo quanto questo tende a raccorciarsi per effetto della contrazione. Ma poichè la forza assoluta è utile conoscere la forza *relativa* dei muscoli, ciò che si può fare mediante il *dinamometro* o meglio mediante l'*ergografo* del Mosso, col quale si può studiare il decorso della *fatica*. L'*ergografo* del Mosso (fig. 538) è un apparecchio fatto da un sostegno su cui si può appoggiare la mano e il polso che vengono tenuti immobili, mentre è lasciato libero il dito medio, il quale viene introdotto in uno speciale anello a cui è attaccato un filo che può scorrere su una puleggia e porta un peso all'estremità. Al filo è attaccata poi un'asticella portante una penna che registra su un cilindro ruotante di carta affumicata i movimenti (*ergogramma*) (fig. 539). Flettendo il dito, il peso si solleva e la penna scrivente, mossa dal filo, registra il movimento e il grado di contrazione dei muscoli flessori. Infatti ad ogni contrazione del dito medio l'apparecchio registratore scrive l'altezza alla quale si solleva il peso. Nel tracciato qui riportato (fig. 539) le linee verticali rappresentano appunto queste altezze in tempi successivi; e si vede che, a misura che i muscoli flessori delle dita si affaticano, le contrazioni divengono regolarmente meno alte, fino a che, per la stanchezza, i muscoli non sono più capaci di sollevare il peso. Con questo strumento il Mosso e i suoi allievi hanno studiato direttamente sul l'uomo le leggi del lavoro muscolare.

IL SISTEMA NERVOSO

Il *sistema nervoso cerebro-spinale* è costituito dall'*asse cerebro-spinale* e dai *nervi periferici*. L'*asse cerebro-spinale* comprende: l'*encefalo* e il *midollo spinale*.

Encefalo. – L'*encefalo* è a sua volta costituito dal *cervello*, dal *cervelletto* e dal *bulbo rachideo* o *midollo allungato* (fig. 540).

Il cervello. – Il *cervello* occupa quasi tutta la cavità cranica, di cui ripete la forma quasi ovoidale, ed è costituito da una massa molle distinta in *sostanza grigia* all'esterno e *sostanza bianca* all'interno. La *sostanza grigia* è formata prevalentemente da *cellule* nervose e la *sostanza bianca* da *fibre* nervose, che connettono fra loro le cellule nervose e queste alle fibre di cui sono costituiti i nervi. Il cervello, come del resto tutto l'asse cerebro spinale, non è a diretto contatto con le ossa del cranio, ma circondato da tre involucri membranosi che lo proteggono: le così dette *meningi* che si distinguono: in *dura madre* la più esterna, di natura fibrosa e resistente; in *aracnoide*, membrana sierosa, delicata, stesa a guisa di tela di ragno, e la *pia madre* più interna e aderente alla superficie dell'encefalo. Fra l'aracnoide e la pia madre trovasi il *liquido cefalo rachidiano*, che impartisce una egual pressione su tutta la superficie interna dell'asse cerebro spinale.

Il cervello è diviso in due parti dette *emisferi cerebrali* da una grande scissura mediana: la *scissura interemisferica*. La superficie degli emisferi non è liscia,

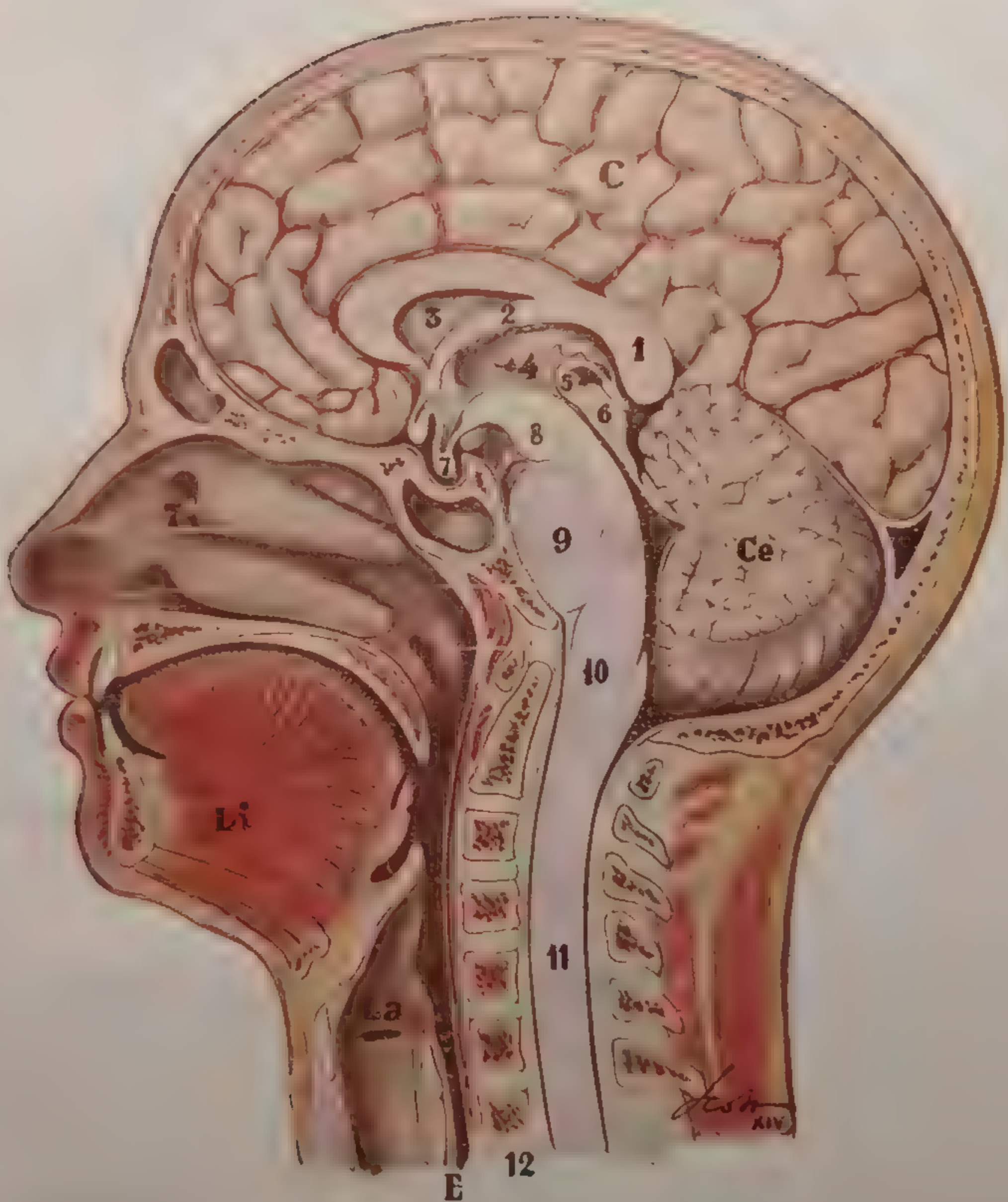



Fig. 540. – Sezione longitudinale mediana del capo e del collo.

C) Cervello; *Ce*) Cervelletto; *Li*) Lingua; *E*) Esofago; *La*) Laringe; 7⁺) Coane; 1. Corpo calloso; 2. Volta a 4 pilastri; 3. Setto pellucido; 4. Terzo ventricolo; 5. Epifisi; 6. Corpi quadrigemini; 7. Ipofisi; 8. Peduncoli cerebrali; 9. Ponte di Varolio; 10. Bulbo; 11. Midollo spinale; 12. Colonna vertebrale.

ma è percorsa da solchi e da rilievi chiamati *circonvoluzioni cerebrali*. Alcuni di questi solchi più profondi (*scissure*) dividono ciascun emisfero in quattro parti o *lobi* detti: *lobo frontale*, *lobo parietale*, *lobo occipitale*, *lobo temporale*. Sono da notarsi la *scissura di Silvio* tra il lobo frontale e il lobo temporale; la *scissura di Rolando* quasi verticale fra il lobo frontale e quello parietale (fig. 551).

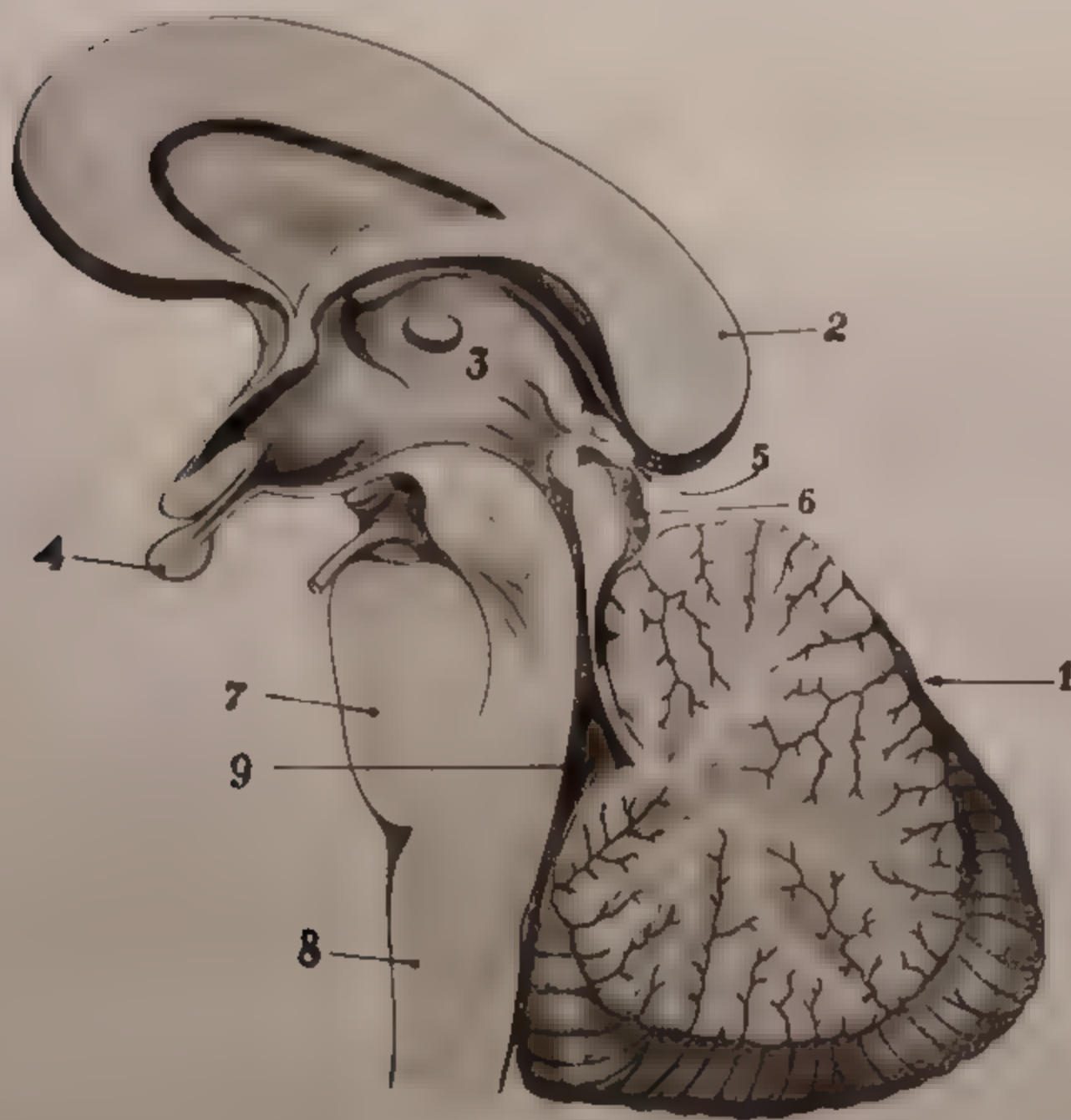



Fig. 541. – Sezione sagittale del cervelletto e dell'istmo.
1. Cervelletto con l'albero della vita. — 2. Corpo calloso. — 3. Terzo ventricolo. — 4. Ipofisi. — 5. Epifisi. — 6. Tubercoli quadrigemini. 7. Ponte di Varolio. — 8. Bulbo rachideo. — 9. Quarto ventricolo, che, per mezzo dell'acquedotto di Silvio, conduce al terzo ventricolo.

Se noi ora esaminiamo la *struttura interna* del cervello (fig. 540) vediamo che, allontanando le labbra della grande scissura interemisferica, questa scissura è interrotta in basso da una grande lamina bianca, che fa come da commessura fra i due emisferi e che viene chiamata *corpo calloso*. Al di sotto della parte anteriore del corpo calloso, nel piano mediano dello stesso, ed anteriormente, si trova un tramezzo verticale trasparente: il *setto lucido*, costituito da due lamine che racchiudono una piccola cavità: il *quinto ventricolo* (¹). Se si taglia il corpo calloso e si prosegue il taglio in modo da dividere in due metà tutto l'encefalo, si osserva che in questa sezione il setto lucido ha la forma di una falce con l'apice rivolto all'indietro; e mentre con il suo margine convesso questa falce si attacca al corpo calloso, con il suo margine concavo si attacca ad una seconda commessura posta fra i due emisferi cerebrali, alla quale si dà il nome di *fornice* o *volta a quattro pilastri*. La faccia inferiore del fornice è rivestita da una membrana connettivale (prolungamento della *pia madre*): la *tela corioidea*, e costituisce la volta di una cavità mediana: il *terzo ventricolo* o *ventricolo medio*. Il terzo ventricolo in basso e anteriormente si sprofonda in una piccola cavità: l'*infundibolo*, che sostiene inferiormente un corpicciuolo ovoide: la *ghiandola pituitaria* od *ipofisi*. Questa ghiandola a secrezione interna sporge in fuori e appoggia, alla base del cervello, sulla *sella turcica* dello *sfenoide*.

Nel terzo ventricolo, anteriormente e lateralmente, si nota poi una fenditura (*forame interventricolare* o *di Monroe*), la quale fa comunicare il terzo ventricolo

(¹) La cavità è in forma di fessura longitudinale, ed è detta impropriamente *ventricolo*, poichè non ha origine, come gli altri ventricoli, dalle cavità delle primitive vescicole cerebrali (vedi più avanti), bensì rappresenta un residuo della primitiva scissura interemisferica.

con i *ventricoli laterali primo e secondo* ventricolo, che si insinuano dentro i due emisferi cerebrali. Un'altra ghiandola a secrezione interna del cervello, l'*epifisi*, fa parte della volta o tettoia posteriore del terzo ventricolo, di cui non è che una

Fig. 542. – Encefalo visto dalla parte inferiore.

1. Nervi olfattivi. — 2. Nervi ottici (chiasma). — *I*) Ipofisi (sollevata). — 3. Nervo oculomotore comune. — *M*) Corpi mammillari. — 4. Trocleare. — 5. Nervo trigemino. — *V*) Ponte di Varolio. — 6. Oculomotore esterno. — 7. Nervo facciale. 8. Nervo acustico. — 9. Glosso-faringeo. — 10. Vago o pneumogastrico. — 11. Nervo spinale. — 12. Ipoglosso. — *Ce*) Cervelletto. — *B*) Bulbo o midollo allungato.

estroflessione dorsale come l'*ipofisi* ne è la estroflessione ventrale. Le pareti laterali e la base del terzo ventricolo sono costituite dai *talami ottici*, nuclei di sostanza grigia che sporgono poi nei ventricoli laterali e insieme con altri nuclei di sostanza grigia più esterni formano i *corpi striati* che occupano la base del I° e del II° ventricolo degli emisferi cerebrali la cui volta è costituita dalla sostanza grigia

(corteccia cerebrale). Nella sezione longitudinale mediana dell'encefalo (fig. 540), si osserva nel mezzo del talamo ottico il taglio di una commessura trasversale che unisce i due talami ottici trasversalmente attraverso la cavità del terzo ventricolo e che è chiamata *commessura grigia o media.*

Il cervelletto. — Occupa la parte posteriore ed inferiore della cavità cranica ed è diviso anch'esso in due emisferi: gli *emisferi cerebellari* separati da un lobo-mediano. La superficie del cervelletto non ha circonvoluzioni, ma presenta numerosi solchi disposti parallelamente gli uni agli altri (fig. 542).

Fig. 544.

A) Sezione trasversale schematica del midollo spinale con sostanza *grigia* interna in forma di H da cui si originano le due radici dei nervi spinali (nervi misti); *ra*) radice anteriore o di moto; *rp*) radice posteriore o di senso; *gs*) ganglio spinale.

Fig. 543. — Estremità inferiore del midollo spinale. Coda equina e filo terminale con le paia di nervi laterali lombari sacrali e coccigei.

Risulta costituito di sostanza *grigia* all'*esterno* e di sostanza *bianca* all'*interno*. Questa si insinua nella sostanza grigia formando come una specie di arborescenza, ben visibile quando si fa una sezione longitudinale del cervelletto, e che si suole indicare col nome di *albero della vita* (fig. 540).

Il bulbo o midollo allungato. — Il *bulbo rachideo* costituisce l'estremità superiore del midollo spinale ed ha la sostanza *grigia* all'interno e la sostanza *bianca* all'*esterno*, come si verifica anche nel midollo spinale, contrariamente a quanto si è visto per il cervello e il cervelletto.

Esso è costituito da fasci di fibre nervose, due anteriori più sviluppati con una sporgenza laterale detta *oliva* e che si continuano poi sotto e oltre il ponte di Varolio coi peduncoli cerebrali in avanti; e due posteriori, più piccoli, *(i fasci di Goll e di Burdach)* che spostandosi lateralmente e in fuori lasciano fra loro uno spazio costituente il *pavimento del quarto ventricolo.*

Istmo dell'encefalo. — Il cervello, il cervelletto e il bulbo risultano intimamente uniti da fasci di fibre nervose costituenti il *ponte di Varolio* e i *peduncoli cerebellari e cerebrali*. Questi fasci di fibre, insieme con i *corpi quadrigemini*, col *quarto ventricolo* e con l'*acquedotto di Silvio*, formano il così detto *istmo dell'encefalo*. Si

vedono bene i rapporti di connessione e di posizione fra queste diverse parti in una sezione longitudinale dell'encefalo quale è quella della fig. 540. Infatti il terzo ventricolo si continua posteriormente con un sottile canale, che è l'*acquedotto di Silvio*; questo si allarga a sua volta posteriormente nel *quarto ventricolo*, che si continua poi col *canale ependimale* del midollo spinale. Sopra l'acquedotto di Silvio si notano quattro rilevatezze tondeggianti: i *tubercoli* o *corpi quadrigemini*, dei quali i due anteriori accolgono l'*epifisi* (fig. 541).

Il *quarto ventricolo* rimane così compreso fra il cervelletto all'indietro e il bulbo e il ponte di Varolio in avanti. Il *Ponte di Varolio* o *protuberanza anulare*, posto fra il bulbo posteriormente e i peduncoli cerebrali anteriormente, è costituito come si è detto da fasci di fibre nervose che uniscono i due emisferi del cervelletto fra loro (*peduncoli cerebellari*) e col bulbo e con il cervello. I *penducoli cerebrali* sono pure formati da fibre nervose provenienti dal bulbo e dal Ponte al disopra del quale si staccano allontanandosi uno dall'altro e dirigendosi verso i due emisferi cerebrali, come si può vedere esaminando l'encefalo dalla sua parte inferiore o ventrale (fig. 512 a destra e a sinistra dei nervi oculomotori comuni).

L'*encefalo visto dalla parte ventrale* presenta, andando dall'avanti all'indietro: i *nervi olfattivi* (uno per lato), il *chiasma dei nervi ottici*, l'*ipofisi*, due piccole prominenze dette *tubercoli mammillari*, i *peduncoli cerebrali*, il *Ponte di Varolio*, il *bulbo* (fig. 542).

Midollo spinale. – Il midollo spinale ha la forma di un lungo cordone nervoso cilindrico, che inferiormente si sfibra nella così detta *coda equina* (fig. 513).

Fig. 545 — Sistema nervoso periferico.

Esso sta racchiuso nel canale vertebrale ed è protetto, come l'encefalo, dalle meningi. Parallelamente alla sua lunghezza si notano dei solchi di cui si distinguono *uno anteriore* e *uno posteriore*, assai profondi, e *quattro laterali*, meno pro-

fondi, due a destra e due a sinistra. Nel mezzo il midollo è percorso da un canale, residuo del [illegible] cavità neurale, il *canale ependimale*. La sostanza bianca è esterna e la sostanza grigia interna. Facendo una sezione trasversale del midollo spinale si vede che la sostanza grigia ha la forma di un *H* le cui branche si chiamano *corna anteriori* e *corna posteriori*. Da queste corna si originano le *radici* anteriori e posteriori dei *nervi spinali* (figura 541).

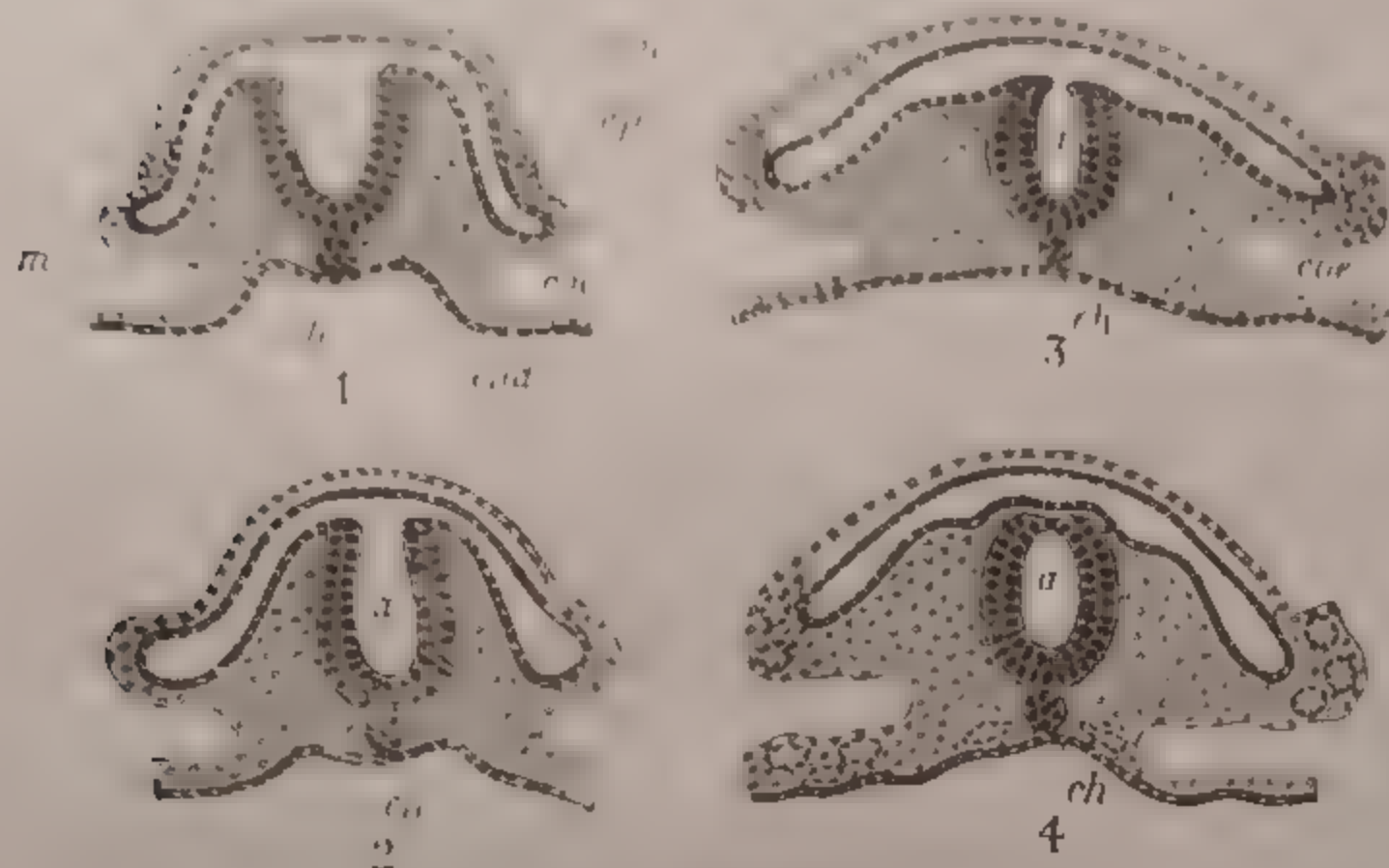



Fig. 546. - Embrione di Gatto. Stadî di sviluppo: I, II, III, IV.
1, 2, 3, 4) stadi successivi per dimostrare la trasformazione del solco midollare in canale neurale (da cui deriva il sistema nervoso centrale). (Sezione trasversa) a) solco midollare; ep) ectoderma; ch) corda dorsale; end) endoderma; m) mesoderma; coe) cavità celomatica nello spessore del mesoderma; am) amnios (involucro embrionale).
(Sezione schematica vista al microscopio).

I nervi periferici. – Dall'asse cerebro-spinale partono i nervi che vanno ai muscoli o agli organi di senso (fig. 545). I nervi si distinguono in *nervi cranici* e *spinali*. I primi, che sono in numero di 12 paia, partono dalla base dell'encefalo, e possono essere o solo *sensorî* se vanno agli organi di senso, o solo *motorî* se vanno ai muscoli, o *misti* se vanno agli uni e agli altri.

I nervi cranici sono (fig. 542):

1° paio – **nervi *olfattivi* (nervi di senso).**

2° paio – nervi *ottici* **(nervi di senso) che vanno a distribuirsi nella retina** dell'occhio.

3° paio – nervi *oculomotori comuni* **(nervi di moto); innervano i muscoli che fanno muovere il** bulbo oculare **— meno il retto esterno e l'obliquo superiore — e il** muscolo costrittore dell'iride.

4° paio – nervi *patetici* o *trocleari* (nervi di moto); **innervano il muscolo obliquo superiore** dell'occhio.

5° paio – nervi *trigemini* (nervi misti). Sono grossi nervi che si dividono in tre rami, il primo dei quali innerva le congiuntive, le palpebre e il naso; il secondo le mascelle; il terzo le mandibole.

6° paio – nervi *oculomotori esterni* o *abducenti* che innervano il muscolo retto esterno dell'occhio. Sono nervi di moto.

7° paio – nervi *facciali* (nervi di moto), vanno ai muscoli della faccia.

8° paio – nervi *acustici* (nervi di senso), vanno all'organo dell'udito.

9° paio – nervi *glosso-faringei* (nervi misti), vanno alla lingua e alla faringe.

10° paio – nervi *vaghi* o *pneumogastrici* (nervi misti), mandano rami al cuore, ai polmoni e all'apparato digerente.

11° paio – nervi *accessori* del WILLIS (nervi di moto) che si ramificano specialmente nella laringe.

12° paio – nervi *ipoglossi* (nervi di moto). Servono per i movimenti della lingua.

Fig. 547. — Le tre vescicole cerebrali primitive. Rappresentazione schematica.

1. Prosencefalo (cervello anteriore). — 2. Mesencefalo (cervello medio). 3. Romboencefalo (cervello posteriore).

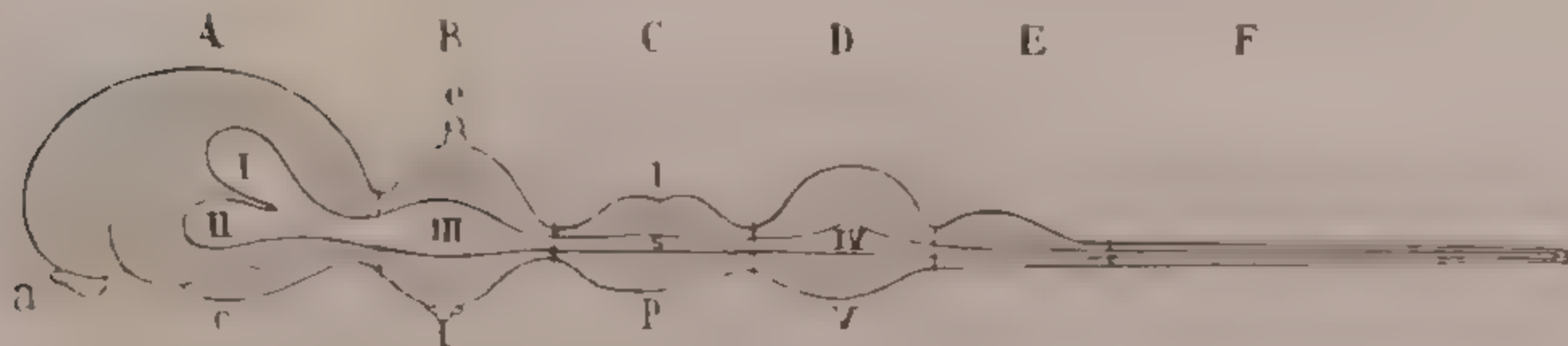
Fig. 548. — Sviluppo ulteriore dell'encefalo. La prima e la terza vescicola si suddividono ognuna in due. Si osservi la permanenza del canale primitivo con allargamenti che corrispondono ai ventricoli. Rappresentazione schematica.

A) Telencefalo; *a*) lobo olfattivo; *c*) corpo striato; I - II) primo e secondo ventricolo; *B*) Diencefalo: *e*) epifisi; *i*) ipofisi. I talami ottici delimitano il terzo ventricolo (III); *C*) Mesencefalo: *l*) lobi ottici (corpi quadrigemini); *P*) peduncoli cerebrali; *s*) acquedotto di Silvio: *D*) Metaencefalo: Cervelletto di sopra al quarto ventricolo (IV) e *V*) ponte di Varolio al disotto; *E*) Mielencefalo o midollo allungato; *F*) Midollo spinale.

Fig. 549 — Stadio ulteriore di sviluppo. Rappresentazione schematica per dimostrare i nuovi rapporti topografici che si stabiliscono fra le diverse parti dell'encefalo in seguito al forte accrescimento degli emisferi cerebrali. Il mesencefalo è circoscritto ai peduncoli cerebrali, corpi quadrigemini e acquedotto di Silvio

Nervi spinali. — I nervi spinali sono in numero di 31 *paia* e si originano dal midollo spinale con *due radici*: una anteriore o di *moto* e una posteriore o di *senso*. Sono perciò tutti nervi misti. Nella radice posteriore si nota la presenza di un ganglio nervoso nel quale internamente si trovano cellule a T.

ORIGINE E SVILUPPO DEL SISTEMA NERVOSO CENTRALE

Per meglio comprendere i rapporti fra le diverse parti dell'encefalo è bene riferirsi alla sua origine e allo sviluppo del sistema nervoso e dell'asse cerebro-spinale.

Dei tre *foglietti embrionali* primitivi (vedi pag. 284) è quello più esterno, l'*ectoderma*, che dà origine al sistema nervoso. Infatti si nota da prima in questo foglietto formarsi dorsalmente e longitudinalmente un infossamento che si approfondisce sempre più formando un solco: la *doccia midollare*, i cui bordi, avvicinandosi, finiscono col congiungersi e saldarsi, venendosi così a costituire un *tubo* o *canale* che rimane separato dal restante tessuto epiteliale (fig. 546).

Il canale midollare nella sua parte anteriore si sviluppa però molto più rapidamente delle altre parti, e vi si distinguono presto tre rigonfiamenti o *vescicole* di cui l'anteriore si chiama *prosencefalo*, la media *mesencefalo* e la posteriore *romboencefalo* (fig. 547). Continuando lo sviluppo, la prima vescicola si suddivide a sua volta in due di cui l'anteriore acquista le più grandi dimensioni ed è detta *telencefalo* e darà origine agli emisferi cerebrali, la posteriore è detta *diencefalo* e darà origine ai talami ottici, all'epifisi e all'ipofisi.[1]

Il *mesencefalo* formerà i corpi quadrigemini e parte dei peduncoli cerebrali e l'acquedotto di Silvio; il *romboencefalo* si suddivide a sua volta in due vescicole: l'anteriore o *metencefalo* da cui si svilupperà il cervelletto e il ponte di Varolio, e la posteriore o *mielencefalo* da cui avrà origine il bulbo (fig. 548).

La primitiva cavità quindi costituente il canale midollare per il diverso sviluppo delle varie parti dell'encefalo ora si restringe ed ora si allarga. Dove si allarga si formano i *ventricoli*; dove si restringe si formano l'acquedotto di Silvio e i forami di Monroe. Inoltre è da notarsi che per il forte sviluppo degli emisferi cerebrali in confronto alle altre parti, queste, e specialmente il mesencefalo, si riducono di molto anche perchè il tubo nervoso, che dapprima è rettilineo, subisce una torsione e si formano delle curve che stabiliscono nuovi rapporti topografici fra le diverse parti dell'encefalo (vedi fig. 549).

Fisiologia del sistema nervoso.

Il sistema nervoso è detto anche *sistema della vita di relazione* appunto perchè serve a metterci in relazione col mondo esterno. La sua funzione specifica infatti è quella della *sensibilità*, e le impressioni che noi riceviamo dal mondo esterno per mezzo degli organi di senso vengono elaborate dagli organi centrali del sistema, e tradotte in sensazioni e percezioni e in impulsi motori atti a regolare la complessa attività funzionale dell'organismo. Il sistema nervoso è quindi un sistema essenzialmente *coordinatore*, servendo a mettere in rapporto fra loro i diversi organi, facendo agire l'animale in conformità dell'ambiente esterno e degli stimoli interni. Nell'uomo il grande sviluppo del cervello è certamente in cor-

[1] Nella *ipofisi* si distinguono due *lobi*: uno *anteriore* e uno *posteriore*. Quello *anteriore* si origina da un diverticolo della parete posteriore della faringe e ha quindi altra origine da quello *posteriore* che proviene dal diencefalo.

relazione con la grande complessità della sua vita psichica e mentale e con le più alte manifestazioni di essa, come l'intelligenza, la volontà, la memoria, il linguaggio; sull'*unità fisiologica* del sistema nervoso si fonda l'*unità psicologica*, che si estrinseca nei fenomeni dell'*io* e della *coscienza*.

L'atto riflesso. – La più elementare manifestazione dell'attività funzionale del sistema nervoso è l'*atto riflesso*, che possiamo definire come la trasformazione involontaria dell'eccitamento centripeto in centrifugo, trasformazione che si compie con l'intermediario di un organo centrale nervoso rappresentato da un gruppo di cellule gangliari del midollo spinale.

Fig. 550. – Schema di due neuroni in azione in un riflesso muscolare.

a) midollo spinale (sezione trasversale); *b)* epitelio sensoriale (sezione di pelle); *c)* fibra nervosa centripeta; *d)* ganglio sensitivo con cellula bipolare, che invia uno dei suoi prolungamenti nella sostanza grigia alla cellula nervosa (*e*); *e, f)* neurone motore; *g)* fibra muscolare.

Ricordiamo quanto abbiamo detto a proposito dell'origine di un nervo misto del midollo spinale. Delle due radici, quella anteriore è ***motrice*** e quella posteriore è ***sensitiva*** ed è munita del ganglio sensitivo; perciò le fibre nervose che nella radice anteriore vanno ai muscoli trasmettono a questi l'eccitamento per via centrifuga; mentre l'eccitamento che da un organo di senso si propaga attraverso le fibre nervose della radice posteriore viene trasmesso in direzione centripeta. Nello schema della fig. 550 è rappresentata la fibra sensitiva che dall'organo di senso va alla cellula del ganglio spinale, la quale cellula manda il suo cilindrasse nella sostanza grigia del midollo spinale; e la cellula che riceve per mezzo di questo cilindrasse l'eccitamento centripeto e lo trasforma in eccitamento centrifugo, essendo il suo cilindrasse in rapporto con un muscolo. È evidente che in questo modo si viene a stabilire un *arco riflesso* il cui meccanismo funzionale è dei più semplici; basta che venga impressionato l'organo di senso perchè la fibra muscolare corrispondente si contragga. Infatti se ad una rana decapitata (*rana spinale*) si mette una goccia di acido acetico sulla pelle della radice di una coscia, la rana compie una serie di movimenti con l'arto del lato corrispondente per rimuovere lo stimolo molesto. A tale meccanismo elementare, ridotto alla sua più semplice espressione, si possono quindi ricondurre quegli atti che vanno appunto sotto il nome di *riflessi* come, ad es., la contrazione dell'iride in seguito ad una luce intensa e il *riflesso tendineo-rotuleo* o *fenomeno del ginocchio* [1]; la tosse per irritazione della mucosa laringea; lo sternuto per eccitamento della mucosa nasale, ecc.; poichè è vero che in questo caso si tratta di riflessi più

[1] Ponendo una coscia sull'altra in modo che la gamba rimanga pendente e in riposo, e dando con la mano o con un martellino un colpo secco sul tendine che sta sotto la rotula, si ha una rapida contrazione del muscolo corrispondente e la gamba scatta in avanti. Il fenomeno non si verifica se l'arco spinale non è integro come nei casi di *tabe dorsale* (malattia chiamata anche: *atassia locomotrice*).

complicati per il fatto che non una, ma più cellule, e non del solo midollo spinale, ma anche del cervello, vengono eccitate, mettendosi in rapporto fra di loro; ma la natura della trasmissione è sempre quella: cioè lo stabilirsi di un collegamento fra l'eccitamento sensitivo e quello motore per mezzo dei corrispondenti neuroni.

Le funzioni dell'encefalo.

Assai importante è il **bulbo** per la presenza in esso di centri nervosi che presiedono alle funzioni più essenziali della vita. Infatti in esso vi è il *centro coordinatore del respiro* e un *centro secondario deambulatorio*. Come dimostrò il REDI per primo, se si toglie ad una testuggine terrestre il cervello (purchè rimanga integro il bulbo) essa non cessa di camminare. Inoltre esso presiede a certi riflessi del cuore e a certe secrezioni (fegato, reni e ghiandole salivari).

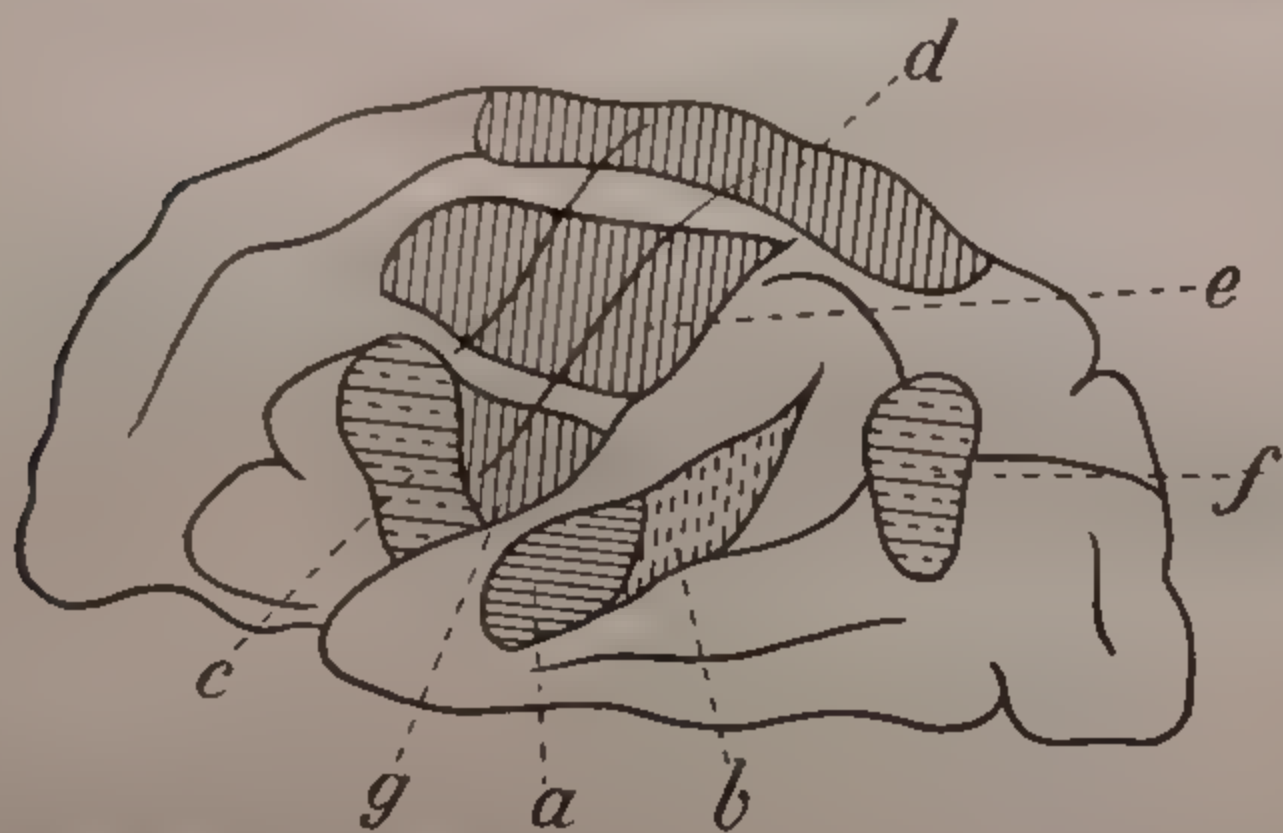



Fig. 551. Localizzazione delle funzioni cerebrali. Centri corticali. (Faccia laterale dell'emisfero cerebrale).

a) centro acustico (la cui distruzione provoca *sordità*); *b*) centro della memoria auditiva del linguaggio (la cui distruzione provoca *sordità-verbale* ossia incomprensione del significato delle parole; *c*) centro del linguaggio articolato (la cui distruzione provoca *afasia* motrice); *d*) zona motrice per l'arto inferiore; *e*) zona motrice per l'arto superiore; *f*) centro delle immagini grafiche (la cui distruzione provoca la *cecità-verbale*, ossia incomprensione del significato delle lettere, cifre, ecc.); *g*) zona motrice per la faccia, lingua, laringe; *d*, *e*, *g* formano la zona prerolandica.

Il cervelletto. – Non bene conosciuta è la funzione del cervelletto; secondo il LUCIANI, esso ha un'azione *tonica* sui muscoli, rinforzatrice e regolatrice dei movimenti; secondo altri fisiologi, esso concorre anche con la sua attività coordinatrice dei movimenti stessi a mantenere l'*equilibrio del corpo*.

Il cervello. – Sperimentando sugli animali scerebrati si è potuto constatare che l'assenza del cervello anteriore fa di essi degli automi incapaci di atti spontanei e intelligenti.

Il FLOURENS fu il primo a darci un quadro classico del Piccione scerebrato. L'animale dopo l'operazione resta immobile, [illegible] alimentato, non ha più il senso della paura, non riconosce i compagni e neppure il cibo, tanto che occorre nutrirlo forzatamente per non lasciarlo morire di fame.

Più difficili riescono gli esperimenti nei Mammiferi, perchè pochi sopravvivono all'atto operatorio; ad ogni modo si nota sempre una grande deficenza delle facoltà psichiche e intellettuali.

LE LOCALIZZAZIONI CEREBRALI (fig. 551). – Fu primo il GALL a ritenere che negli emisferi cerebrali si potessero distinguere diverse regioni a ciascuna delle quali spettavano determinate funzioni motrici, sensoriali e psichiche. La teoria del GALL non trovò dapprima molti seguaci; ma poi fu non solo accettata, ma anzi esagerata tanto che cadde in discredito. Rimangono però di essa alcuni dati di fatto controllabili sperimentalmente. Così, ad. es., si è visto che *la zona rolan-*

dica è una zona *sensitico motrice* (ma specialmente motrice) (1). Sensitiva perchè sede specialmente delle sensazioni tattili: motrice perchè presiede ai movimenti degli arti inferiori e superiori e dei muscoli della faccia e della lingua: però di quelli della metà opposta del corpo, rispetto all'emisfero da cui parte la corrente nervosa, giacchè nel bulbo le fibre nervose provenienti dall'emisfero destro si incrociano con quelle provenienti dall'emisfero sinistro (*incrociamento delle piramidi*) (fig. 552 *B*) e passano quindi dal lato opposto a quello di provenienza. Ciò è dimostrato anche dall'esame di soggetti colpiti da paralisi, in seguito all'autopsia, e di feriti di guerra che avevano riportato lesioni nella corteccia cerebrale. Queste fibre nervose motrici formano quindi le così dette *vie lunghe di conduzione discendenti o cerebrospinali*; mentre le fibre nervose sensitive formano *le vie lunghe di conduzione ascendenti* o *spinocerebrali* (fig. 552 *A*) e portano le impressioni sensitive dal midollo al cervello. Centri sensitivi si trovano poi nel lobo occipitale (*visione*), in quello temporale (*udito*) e in essi hanno luogo le percezioni relative.

Fig. 552. — *A*) Via centrale sensitiva: Le fibre provenienti dal midollo spinale (*fasci di Goll e di Burdach*) **si incrociano nel bulbo** (*m*), **come le fibre del fascio piramidale e proseguono fino al talamo ottico** (*t*) **combinandosi con le fibre che vanno alla zona rolandica « sensitiva »** (*r*). — *B*) **Via centrale motrice:** *c*) **cellule piramidali della zona rolandica; *p*) incrocio delle piramidi;** *m*) **muscoli:** *f*) **fascio cerebrospinale.**

Così pure dal Broca fu individuato il *centro psichico del linguaggio* in corrispondenza della terza circonvoluzione frontale sinistra, la quale, se paralizzata, provoca la impossibilità di parlare, ossia la *afasia*. Ma pare che in realtà per il linguaggio si richieda l'intervento di almeno tre centri corticali, e ad ogni modo è stato

(1) Tale zona è limitata, come quella psichica, alla sostanza *grigia*, nella quale si notano grandi *cellule piramidali* che presiedono alle contrazioni *motrici* volontarie, e piccole cellule piramidali che presiedono alle percezioni *sensitive*.

anche osservato che la distruzione di questa zona, senza la distruzione della terza circonvoluzione frontale sinistra, può anche non portare afasia. Un altro centro psichico si troverebbe nella seconda circonvoluzione parietale sinistra (centro delle *imagini grafiche*). Se questo centro è leso, il malato perde la memoria del significato della scrittura e non può più leggere. Nella 2ª circonvoluzione frontale di sinistra trovasi il centro *grafo-motore*; e nella 3ª circonvoluzione del lobo temporale (posteriormente e superiormente) vi è il centro *verbo-uditivo* (fig. 551). I *centri psichici* sarebbero i centri *intellettivi ideatori*, o nei quali avverrebbe l'elaborazione delle sensazioni e delle percezioni date dai centri sensitivi. La corteccia frontale può ridurre o anche arrestare la funzione dei centri motori (zona rolandica) anche se stimolati (*funzione inibitoria*).

Oggi però contro la teoria delle localizzazioni psichiche e cerebrali in genere, sembra si faccia strada il concetto della *unità fisiologica*, che porta a considerare le varie zone del cervello come semplici punti di arrivo, oltre i quali si stabiliscono le più lontane e molteplici relazioni fra le diverse parti del cervello.

« Il cervello è la grande fucina del pensiero, ove tutte affluiscono le forze della natura, le quali da millenni su di esso si affaticano, imprimendogli il lento e continuo moto di evoluzione » (L. Bianchi).

Ma il grande problema è di sapere come avvenga questa trasformazione delle energie che in esso affluiscono: come avvenga, in altri termini, il processo di spiritualizzazione della materia; e a questo problema non si può rispondere che con delle ipotesi.

I positivisti pensano potersi supporre che nel cervello avvenga qualche cosa di analogo a quei *trasformatori* che trasmutano le onde sonore o luminose in onde elettromagnetiche e che in questo caso agirebbero come centri di arrivo e di partenza nelle vie di comunicazione che esistono fra i diversi territori di tutto il sistema nervoso centrale. Le vie di comunicazione sono sostanzialmente di due specie: *vie afferenti* o sensitive, e *vie efferenti* o motrici. Le vie afferenti arrivano al cervello attraverso il midollo spinale o altre parti dell'encefalo, trasmettendo gli eccitamenti ricevuti dagli organi dei sensi e passando attraverso stazioni intermedie (bulbo, talami ottici, corpi quadrigemelli) (fig. 552 *A*). Le vie efferenti partono dalla corteccia cerebrale e recano lo stimolo ai muscoli per i movimenti (fig. 552 *B*). Fra queste vi è quella che muove dalla zona intorno alla scissura di Rolando e raggiunge direttamente i nuclei di origine dei nervi motori cerebrali e spinali (*via cerebrale motrice diretta* che serve ai movimenti volontari), ma, come dice Leonardo Bianchi: « Il numero di codeste vie di comunicazione sorpassa ogni possibilità di calcolo. Se noi potessimo fare un calcolo di tutte le vie che sono state costruite tra i comuni, tra le provincie, tra le nazioni; se potessimo aver sott'occhio la rete di tutti i fili telegrafici distesi sulla superficie del mondo o nelle profondità degli oceani, di tutte le linee ferroviarie e marittime solcate da grandi o piccoli piroscafi, di tutte le reti telefoniche nelle quali circolano infiniti pensieri e attraverso le quali si agitano e fremono incalcolabili interessi, la cui sintesi dà il valore della vita di un gruppo sociale, di un paese, dell'umanità tutta quanta, noi forse non arriveremmo a formarci che una pallida idea delle comunicazioni che la morfologia e la istologia hanno messo in luce tra i gruppi cellulari del mantello cerebrale, onde formansi le sintesi che dànno la misura del valore intellettuale di ciascun uomo e sono le fucine animatrici della vita della collettività nei differenti e svariati campi della attività umana ».

Ma si tratta di vedere come si formano queste *sintesi*, poichè l'anatomia e la fisiologia sono mute a questo proposito.

Morfologicamente il sistema nervoso segue nei diversi animali una lenta ma progressiva evoluzione, per cui da pochi elementi nervosi sparsi si passa ad un accentramento sempre maggiore, mentre le reazioni che negli esseri viventi inferiori appaiono piuttosto

di natura chimica [illegible] vanno pure complicandosi; ma dove e quando comincia il processo [illegible] psichico. Si parla di una *sensibilità differenziale* che è come un ponte di passaggio fra i *tropismi* (di natura chimica e fisica) e gli atti *psichici*, caratterizzati dalle associazioni di diverse sensazioni fra loro e delle sensazioni attuali con quelle passate (*memoria associativa o psichismo* propriamente detto, secondo LOEB), e che, pur essendo sempre di natura meccanica, indurrebbe variazioni nella sensibilità interna, sì da determinare nuove associazioni. L'origine dei più elevati processi mentali verrebbe ad essere così ricondotta agli albori della vita e, progressivamente, con i *tropismi*, i *riflessi*, gli *automatismi*, e le reazioni *istintive*, fino alle *reazioni intelligenti*. È probabile che sia così.

È difficile però poter stabilire in ogni caso quali rapporti esistano fra struttura e funzione: specie nelle manifestazioni psichiche dell'*istinto* e in quelle di ordine superiore (*intelligenza, memoria, volontà, coscienza*) l'indagine sperimentale soccorre fino ad un certo punto e bisogna contentarsi di giudicare per *analogia*. Tuttavia la psicologia sperimentale ha dato e più darà forse in avvenire preziosi servizi alla scienza.

Il sistema del Gran Simpatico.

Oltre al sistema nervoso centrale, esiste nell'uomo un altro sistema nervoso detto del *gran simpatico* o della *vita vegetativa*, perchè esso presiede automaticamente al regolare funzionamento dei visceri, cioè senza l'intervento della nostra volontà, stabilendo, mediante le numerose sue fibre, dei rapporti come di simpatia, per esprimerci alla maniera degli antichi anatomici, che perciò chiamarono *gran simpatico* il sistema stesso.

Oggi si preferisce chiamarlo *sistema autonomo*.

Esso è costituito da un doppio cordone di fibre nervose situate ai due lati della colonna vertebrale, intercalate ogni tanto da *gangli*, ossia da piccoli rigonfiamenti formati dalla riunione di cellule nervose per lo più multipolari (fig. 553). Da questi gangli partono delle ramificazioni nervose che vanno a distribuirsi ai visceri: polmoni, cuore, stomaco, fegato, reni; e tali ramificazioni si intrecciano durante il loro percorso a formare dei *plessi*, tra i quali ricordiamo il *plesso cardiaco*, che manda nervi al cuore; il *plesso solare* che manda nervi allo stomaco, all'intestino, al fegato; il *plesso mesenterico* che innerva l'intestino crasso e i reni.

Numerosi gangli si trovano anche intercalati nella rete nervosa formata da questi plessi (*gangli viscerali*).

a
b

Fig. 553. Sistema autonomo.
a) plesso e gangli dell'addome; *b*) catena di gangli.

Ma non dobbiamo credere che questi plessi siano formati soltanto da nervi provenienti dal simpatico; essi sono formati anche da diramazioni o fibre nervose provenienti dal bulbo o midollo allungato e dalla parte inferiore o sacrale del midollo spinale, e costituenti la porzione autonoma

del sistema nervoso vegetativo o *parasimpatico*, con funzione antagonistica a quella del simpatico. Così, se si stimola in una delle ghiandole salivari il nervo parasimpatico, si ha un grande deflusso di saliva; se il simpatico, la saliva si fa scarsa e densa. Il nervo vago fa parte del sistema parasimpatico. Però è dal contrasto fra le due azioni che nasce, per così dire, l'equilibrio della vita organica e il ritmo delle funzioni.

E poichè il sistema delle ghiandole endocrine ha influenza sul sistema autonomo, consegue da questo una coordinazione *neuroendocrina*, che è della massima importanza.

Neppure dobbiamo pensare che il funzionamento del sistema autonomo sia proprio interamente indipendente da quello del sistema nervoso centrale. Già anatomicamente i nervi spinali sono in comunicazione con i gangli della catena laterale del simpatico, giacchè da questi gangli parte un ramo che si innesta nel punto di unione delle due radici di moto e di senso, e il doppio cordone si prolunga anche entro il cranio con inspessimenti gangliari che si connettono con nervi encefalici; cosicchè per queste vie i riflessi del midollo spinale possono essere trasmessi ai nervi simpatici: ma anche fisiologicamente esso si trova in parte sotto il controllo del sistema nervoso centrale, stabilendosi così una continua interferenza fra funzioni coscienti e funzioni incoscienti, da cui dipende l'armonica attività di tutto il sistema nervoso.

ORGANI DEI SENSI

Già noi sappiamo che, in generale, il protoplasma è irritabile e reagisce agli stimoli esterni; ma questa sensibilità di ordine generale va differenziandosi e specializzandosi col formarsi e lo svilupparsi di un sistema nervoso, e col formarsi e lo svilupparsi degli *organi di senso*, che si possono considerare come una espansione periferica di esso, avendo in comune anche l'origine ectodermica, cioè dal foglietto embrionale più esterno.

Gli organi di senso diventano organi *ricettori degli stimoli esterni* e trasmettono l'eccitazione alle cellule nervose dell'encefalo con cui sono in relazione, e nelle quali questa eccitazione si trasforma — nè sappiamo come — in *sensazione* e *percezione*. Ma quello che importa a notarsi è che ciascun organo di senso reagisce non a tutti gli stimoli, ma soltanto ad un dato stimolo, provocando una sensazione specifica; così la sensazione visiva ha luogo nel cervello per mezzo dell'organo di senso specifico, che è l'occhio; analogamente quella uditiva per mezzo dell'organo di senso specifico, l'orecchio; e così dicasi per gli altri organi di senso del tatto, del gusto e dell'olfatto. La specificità quindi delle sensazioni dobbiamo ricercarla nel centro cerebrale corrispondente.

Organo di senso del Tatto.

Fra l'epidermide e il derma si trovano dei corpuscoli di forma e dimensioni diverse, che costituiscono gli organi di senso specifici per le sensazioni tattili. È per mezzo di queste sensazioni che si percepiscono la forma, le dimensioni, la consistenza

degli oggetti esterni. Ai detti corpuscoli si dà il nome di *papille tattili*, e se ne distinguono di tre specie: *corpuscoli di Meissner, di Pacini e di Krause*. I *corpuscoli di Meissner* hanno la forma di un frutto di pino, intorno al quale sta avvolta a spira una fibra nervosa, ultima terminazione di un nervo, che sta a sua volta in rapporto con un centro nervoso cerebrale (fig. 554). I *corpuscoli di Pacini* hanno forma ovale e sono costituiti da tanti strati concentrici di tessuto connettivo, limitanti al centro una cavità in cui si insinua la fibra nervosa (fig. 555). I *corpuscoli di Krause* sono più piccoli di tutti gli altri e si trovano, ad es., nel derma della mucosa linguale.

Fig. 555. Corpuscolo di Pacini.

1. Capsula di connettivo a lamelle concentriche. — 2. Fibra nervosa penetrante nella così detta clava interna.

Fig. 554.
Corpuscolo di Meissner.

1. Capsula di connettivo lamellare. — 2. Fibra nervosa. — 3. Tessuto di sostegno.

Inoltre si conoscono ancora nella pelle fibre nervose a terminazione libera.

La pelle non è solo sede di sensazioni tattili, ma anche *termiche* e *dolorifiche*. Esiste una duplice sensibilità termica: per il *caldo* e per il *freddo*, e i punti termici per il freddo sono distinti da quelli per il caldo.

Uno stimolo cutaneo troppo forte o che duri troppo a lungo o che si ripeta troppo di frequente dà una sensazione dolorosa. È da notarsi ancora che il senso di dolore può essere dato anche da stimoli interni provenienti dai diversi organi. Le *sensazioni interne* sono vaghe e indeterminate (senso di fame, di sete, di malessere) poichè rimangono sotto la soglia della percezione cosciente.

Anche il senso dell'*equilibrio* del corpo dipende da impressioni molteplici: tattili, visive, labirintiche.

Organo di senso del Gusto.

L'organo di senso del gusto risiede nella *lingua* (fig. 556), che è una massa muscolare rivestita da una membrana *mucosa* ricca di *papille*, alcune delle quali sono semplicemente *tattili*, altre invece *gustative*.

Le *papille tattili* o *filiformi* hanno forma di piccoli rilievi terminanti con uno o più filamenti e contenenti corpuscoli tattili (di *Krause*). Si trovano specialmente nella regione periferica della lingua (fig. 557).

Le *papille gustative* si distinguono in *caliciformi* o *circonvallate* e in *fungiformi* (figg. 556 e 557).

Le *circonvallate*, così dette perchè circondate da una specie di avvallamento, sono poche, grandi, situate nella regione basale della lingua e disposte in forma di V aperto in avanti e con il vertice occupato dalla più grossa di esse, mentre le altre vanno sempre più rimpicciolendosi.

Le *papille fungiformi* sono sparse un po' da per tutto nella mucosa linguale e sono così dette per la loro forma che ricorda quella di un fungo.

Nello spessore dell'epitelio stratificato di queste papille si trovano i così detti *bottoni* o *calici gustativi* formati da *cellule gustative* internamente (figg. 558 e 559) e da cellule di rivestimento o di sostegno esternamente. Le cellule gustative sono in rapporto: da un lato con le fibre nervose dei nervi *glossofaringeo* e *linguale*; dall'altro terminano con un filamento all'estremità libera, cioè subito sotto al *poro* gustativo,

Fig. 556. – La lingua.

1. Archi palatini. — 2. Ugola. — 3. Epiglottide. — 4. Tonsille. — 5. Papille caliciformi. — 6. Papille fungiformi. — 7. Papille filiformi.

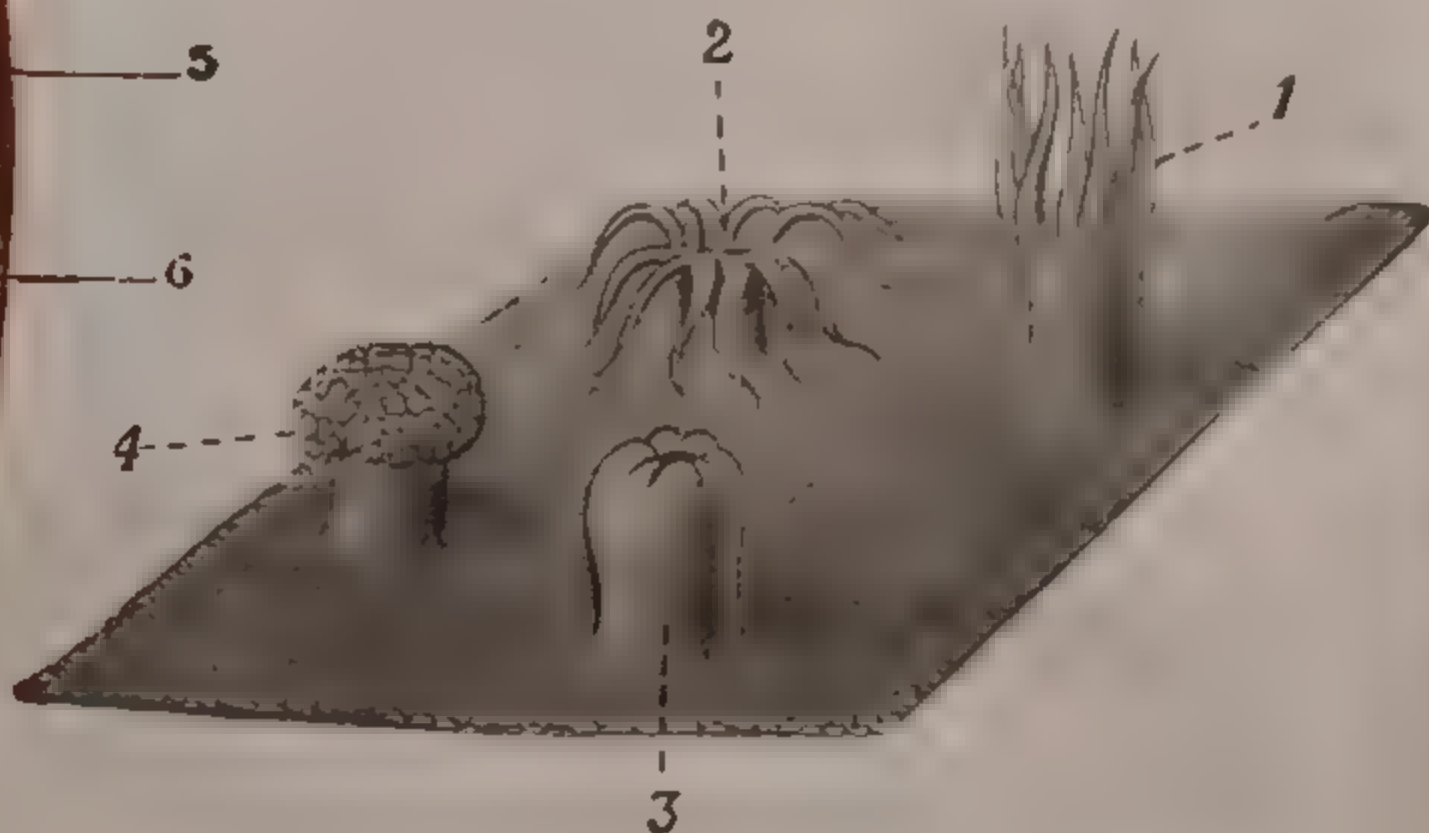



Fig. 557. – Le papille della lingua.

1. Papilla filiforme detta anche corolliforme. — 2. Papilla filiforme coi prolungamenti in fuori. — 3. Papilla filiforme coi prolungamenti all'indietro. — 4. Papilla fungiforme.

che si apre nella superficie della mucosa e che mette in comunicazione il bottone gustativo con l'esterno. Le varie sostanze alimentari possono così venire a contatto coi filamenti delle cellule e produrre i varî eccitamenti che si risolvono poi nelle

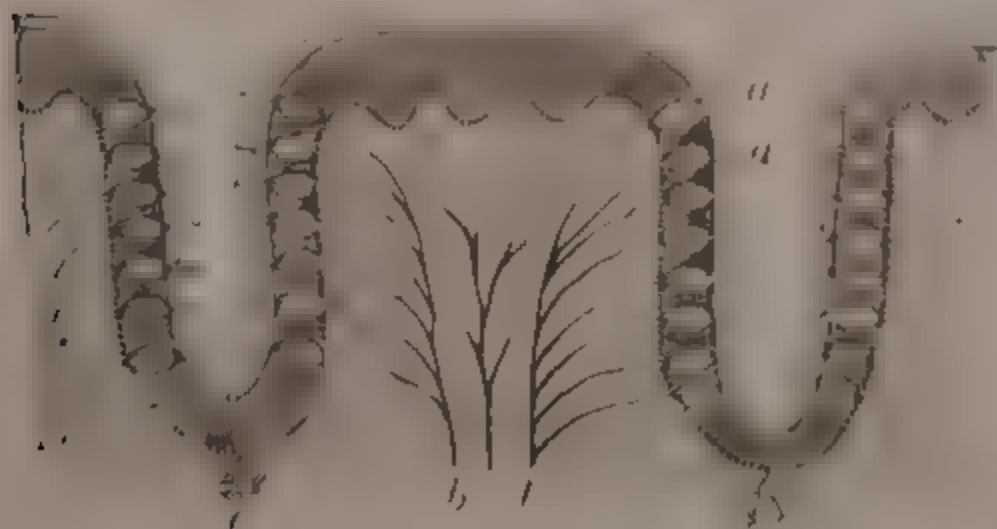



Fig. 558. – Papilla caliciforme della lingua.
a) bottoni gustativi; *b*) nervi; *c*) ghiandole mucipare.

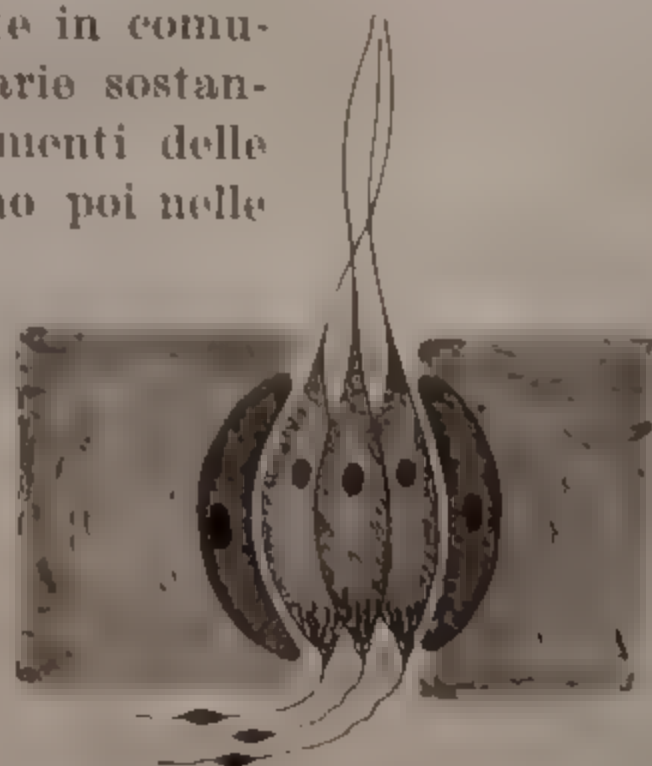



Fig. 559. – Cellule gustative all'interno con due cellule di sostegno poste esternamente.

sensazioni e percezioni dei sapori. Occorre però che queste sostanze siano *disciolte*. « *Corpora non agunt nisi soluta* » dicevano gli antichi. Quanto ai varî sapori, questi si distinguono in: *salato, acido, amaro* e *dolce*, con sensibilità massima per l'amaro alla base della lingua, e, per il dolce, alla punta; ma si ha poi anche *compensazione* tra i sapori fondamentali, con tutta una serie numerosa di sensazioni gustative, alcune delle quali sono anzi assai complesse (sapore *astringente, aromatico, metallico*, ecc.) perchè prodotte da stimolazioni oltrechè olfattive, anche tattili, termiche, dolorifiche. Basta un raffreddore o la chiusura delle narici per non avvertire più l'aroma del caffè, non distinguere un vino da un altro.

Organo di senso dell' Olfatto.

L'organo di senso dell'olfatto risiede nella *regione superiore* della parete interna delle fosse nasali rivestita da una membrana mucosa (detta *pituitaria*) (fig. 540). In questa regione, che è di colore giallastro, a differenza della regione inferiore di colore rosso vivo e ricca di ghiandole mucipare, si trovano le *cellule olfattive* che hanno due prolungamenti (cellule *bipolari*), uno dei quali non è che la continuazione di una fibra del nervo olfattivo (1° paio dei nervi cranici) e l'altro termina liberamente con un ciuffo di ciglie che ricevono direttamente le eccitazioni (fig. 560).

Fig. 560. – Cellule della regione olfattoria.
a) cellule epiteliali; *b*) cellule olfattorie.

Queste eccitazioni sono date dalle particelle minutissime che emanano dalle sostanze odorose in forma di gas o di vapori e che aderiscono fortemente alla mucosa nasale; alcuni sostengono che anche i liquidi che contengono sostanze odorose fortemente diluite possono stimolare l'organo dell'olfatto (ARONSOHN) come dimostrano alcune esperienze fatte sui Pesci, e che, quindi, sia probabile che anche l'olfatto dell'uomo venga stimolato da sostanze odorose sciolte in acqua. Il numero degli odori è molto grande (il DELPINO distingueva 45 specie di *odori florali*): molto più semplicemente noi possiamo dividerli in due gruppi: odori *grati* e *ingrati*, tanto più che il loro valore è relativo, potendo essere grati per gli uni odori che ad altri riescono invece ingrati.

Notiamo che il senso dell'odorato è molto sviluppato negli animali (si ricordi, ad es., il cane) e rappresenta per essi un mezzo potente di ricerca dell'alimento, di difesa contro i nemici, ecc.

L' Occhio.

L'occhio è l'organo della vista. Esso è formato da una *parte essenziale*: il *bulbo oculare* e da *parti accessorie*, che sono: le *palpebre*, le *ciglia* e le *sopracciglia*; le *ghiandole lacrimali*; la *congiuntiva*; i *muscoli per il movimento del bulbo oculare*.

Parti accessorie (fig. 561). - Le *palpebre* sono due ripiegature della pelle con un proprio tessuto fibroso muscolare, che servono a difendere la parte anteriore del globo oculare e sono dotate di grande mobilità. In corrispondenza del loro margine libero si trovano le *ciglia*, che sono peli, il cui ufficio è di impedire a corpi estranei

di giungere fino all'occhio, e delle *ghiandole*, dette del *Meibonio*, che producono una secrezione densa, quasi cerea (*cispa*). La faccia interna di ciascuna palpebra è rivestita da una membrana mucosa, sottile, trasparente, che si ripiega poi in avanti rivestendo il globo oculare, e che è detta *congiuntiva*.

Fig. 561. – L'occhio. Parti accessorie. a) contorno del bulbo oculare; b) contorno della cavità orbitaria; c) ghiandola lacrimale; d) caruncola lacrimale; e) canale nasale; f) fossa nasale.

Nell'angolo esterno e superiore della cavità orbitaria è situata la *ghiandola lacrimale* che segrega un liquido limpido, leggermente salato, che fluisce trascorrendo dall'angolo esterno all'angolo interno dove si trova il *canale lacrimale* che comunica con le fosse nasali. Normalmente esso serve a tenere unido l'occhio e a diminuire l'attrito delle palpebre con la superficie della congiuntiva, sbarazzando questa dal pulviscolo che vi si può depositare; in caso di emozioni o di stimoli meccanici questo liquido diventa abbondante e forma le lacrime.

Notiamo anche, nell'angolo interno dell'occhio, la così detta *plica semilunare* che sembra il rudimento di una terza palpebra, molto sviluppata, ad es., negli Uccelli (*membrana nittitante*), nei quali costituisce veramente una terza palpebra, bianca e mobile. In corrispondenza dell'arco orbitale superiore stanno le *sopracciglia*.

Fig. 562.
1. Muscolo retto superiore. 2. Muscolo retto inferiore. 3. Muscolo retto laterale destro.

I *muscoli* che fanno muovere il bulbo oculare sono sei, distinti in *muscolo retto* destro e sinistro, superiore ed inferiore, e in *muscolo obliquo* superiore ed inferiore (figura 562). I primi quattro fanno muovere l'occhio in alto o in basso, a destra e a sinistra; i muscoli obliqui concorrono a determinare gli altri movimenti. Lo *strabismo*, (sguardo losco) è dovuto a difetti dei suddetti muscoli.

Il bulbo oculare. – Nella cavità dell'orbita, poggiato su un cuscinetto di grasso, attraverso il quale passano i vasi sanguigni, i muscoli ed i nervi, si trova, protetto dalle palpebre e dalla congiuntiva, la parte essenziale dell'occhio, cioè il *bulbo* o *globo oculare*, così detto perchè ha la forma di una piccola sfera cava di circa 23 mm. di diametro (fig. 562); esso è mirabil-

mente conformato per ricevere le impressioni luminose e costituisce un vero e proprio apparecchio fotografico.

Nel bulbo oculare si distinguono anatomicamente *tre membrane*: una esterna detta *sclera* o *sclerotica*, una media detta *coroide* e una interna, la *retina* (fig. 563).

Fig. 563.

La *sclerotica* è una membrana di natura connettivale fibrosa, bianca, opaca, salvo che nella sua porzione anteriore dove si fa trasparente e prende il nome di *cornea trasparente*. Evidentemente è permesso in questo modo il passaggio della luce dall'esterno all'interno dell'occhio.

Sotto alla sclerotica si trova la *coroide*, membrana di color nero, riccamente vascolarizzata. È detta anche *uvea* perchè paragonata alla buccia di un chicco d'uva. Anteriormente, in corrispondenza della cornea, essa diventa pianeggiante e colorata, formando l'*iride* nel cui mezzo trovasi un foro: la *pupilla*; l'iride rimane così separata dalla cornea da uno spazio detto *camera anteriore*.

Il diverso colore dell'iride dipende dal *pigmento* contenuto nel protoplasma di certe cellule; e il forame della pupilla che appare nell'occhio come una macchia scura posta in mezzo all'iride, può allargarsi o restringersi, a seconda della minore o della maggiore quantità e intensità di luce, per mezzo di fibre muscolari disposte in senso radiale (*fibre dilatatrici*) o in senso circolare intorno ad esso (*sfintere pupillare*).

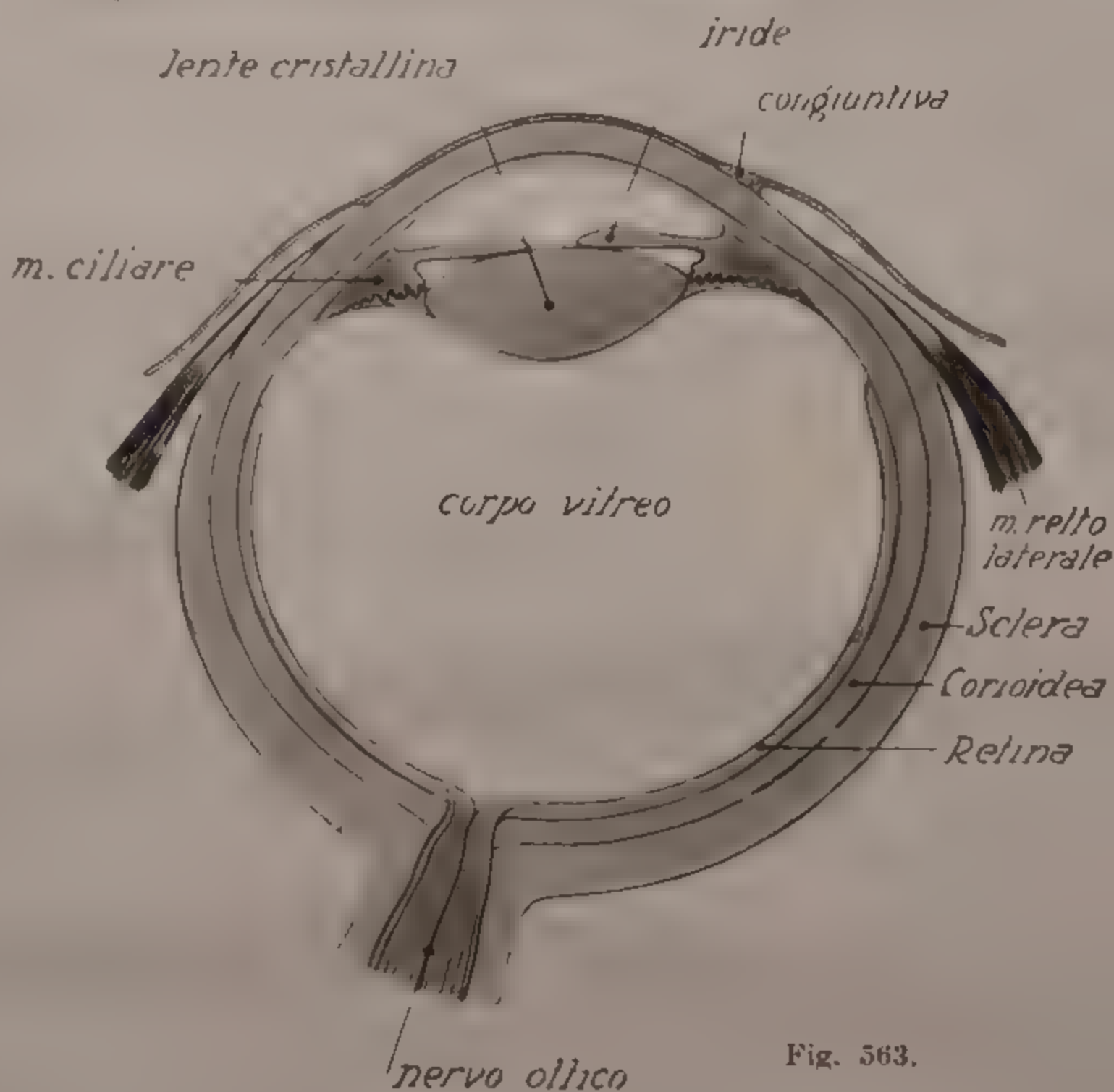
Sotto alla coroide è la *retina*: membrana sottilissima, formata da una fitta rete di *cellule* e *fibre nervose* costituita dallo sfibramento del *nervo ottico*, il quale, partendo dal cervello, penetra nella parte posteriore del bulbo oculare e qui si dirama. Questa membrana, vista al microscopio, si presenta formata di *varî strati*, dei quali il più importante è quello dei *coni* e *bastoncelli*, situato più internamente vicino alla coroide (fig. 564). Coni e bastoncelli sono le vere cellule visive, eccitabili quindi dagli stimoli luminosi. I segmenti esterni dei bastoncini sono carichi, quando l'occhio è all'oscuro, di una sostanza rossa: la *porpora retinica*. Questa alla luce si consuma per riformarsi di nuovo nell'oscurità. Di soli coni

è formata la parte centrale della *macula lutea* o *macchia gialla*, che è un piccolo infossamento di colore giallastro situato vicino all'ingresso del nervo ottico e che costituisce la parte più importante della retina, perchè è su di esso che si formano le immagini degli oggetti esterni con grande nitidezza.

Fig. 564. – Schema della retina.

a) coni e bastoncelli; b) cellule ganglionari con prolungamenti; c) altre cellule ganglionari comunicanti con le fibre del nervo ottico.

Notiamo anche, in prossimità di essa, l'esistenza di un altro punto insensibile alla luce e detto perciò *punto cieco*.

Mezzi rifrangenti dell'occhio. – Oltre alle parti sopra descritte dobbiamo notare nell'interno del bulbo oculare i *mezzi rifrangenti*, così chiamati perchè servono a *rifrangere* i raggi luminosi e a farli convergere sulla retina nella *macula lutea*. Questi mezzi rifrangenti sono: l'*umore acqueo*, il *cristallino* e l'*umore vitreo*.

L'*umore acqueo* è un liquido incolore, formato da acqua con tracce di albumine e sale, che si trova situato nella *camera anteriore* fra la cornea e l'iride, e nella *camera posteriore* fra l'iride e il cristallino.

Il *cristallino* è una specie di lente biconvessa, trasparente, formata da cellule di origine epiteliale, allungate e disposte in strati concentrici. Esso è rivestito da una capsula, membrana omogenea sottile ed elastica, ed è tenuto in sospensione da un insieme di fibre connettivali che collegano il contorno del cristallino con il *corpo ciliare*, zona inspessita circolare che si ha là dove la coroide si ripiega per formare l'iride e dove si trova anche il *muscolo ciliare* (fig. 563).

È questo muscolo che, contraendosi, tende le fibre e fa sì che il nucleo centrale del cristallino, più consistente delle parti periferiche di esso, venga a sporgere su queste parti, che invece si appiattiscono, in modo da rendere la lente più convessa di prima.

Lo spazio compreso fra il cristallino e la retina è occupato dall'*umore vitreo*, sostanza gelatinosa e trasparente avvolta da una sottile membrana: la *membrana ialoidea*.

Fisiologia dell' Occhio.

L'occhio ha quindi, come si rileva da quanto abbiamo detto, una stretta analogia con una macchina fotografica. Esso non è infatti che una *camera oscura*, nella quale l'*obbiettivo* è rappresentato dalla lente cristallina e la *lastra sensibile* dalla retina. La pupilla è il *diaframma* che regola la quantità di luce. E come nella macchina fotografica si formano sulla lastra o sullo schermo delle immagini degli oggetti esterni *rimpicciolite*, *rovesciate* e *reali*, così avviene anche per l'occhio; le immagini che si formano sulla retina hanno gli stessi caratteri.

In realtà l'occhio è un apparecchio più complicato, e soprattutto differisce da una macchina fotografica per il fatto, che, mentre in questa la lente ha una determinata curvatura che non si può modificare se non cambiando la lente stessa, nell'occhio il cristallino è deformabile e può aumentare o diminuire la sua curvatura. Questa facoltà, conosciuta col nome di *potere di accomodamento*, è di grandissima importanza per la visione distinta degli oggetti posti a varia distanza.

È noto infatti che per fare una fotografia di un oggetto occorre, come si dice, *mettere a fuoco* la macchina stessa, ossia fare in modo che l'immagine dell'oggetto sia nitida e distinta sullo schermo. Questa *messa a fuoco* si può fare sia facendo spostare l'oggetto, sia spostando la macchina, sia variando la distanza fra la lente e lo schermo. Nell'occhio non è possibile far variare la distanza fra cristallino e retina. È però possibile far variare la *curvatura* delle due facce del cristallino e in modo speciale della *faccia anteriore* la quale, se così diviene più curva, ossia più convessa, accomoda l'occhio per la visione da vicino; se viceversa diviene più appiattita, si adatta per la visione degli oggetti lontani.

Fig. 565. – Schema della visione.
F, F') i due fuochi; *D*) doppia distanza focale. Oggetto luminoso all'infinito; immagine nel fuoco *F'*.

Fig. 566. – Oggetto luminoso avvicinato alla lente; immagine allontanata.

Fig. 567. – Oggetto posto al doppio della distanza focale; immagine posta dall'altra parte della lente, pure al doppio della distanza focale.

E infatti sappiamo dalla Fisica che vi è una determinata relazione fra la distanza di un oggetto luminoso da una lente biconvessa o convergente e la immagine di esso che possiamo raccogliere su di uno schermo. Se l'oggetto è, come si dice, a *distanza infinita*, ossia lontanissimo dalla lente, l'immagine si forma *nel fuoco*, dall'altra parte della lente (fig. 565). Se l'oggetto *si avvicina* alla lente l'*immagine si allontana* (figg. 566, 567). Perciò quando un oggetto si avvicina, l'immagine tende a formarsi *al di là* della retina; per la visione distinta di esso occorre invece che essa si formi sempre *sulla retina*; occorre perciò ravvicinarla alla retina; questo si ottiene appunto col fare assumere al cristallino una maggiore curvatura, poichè allora i raggi vengono rifratti di più, e ciò ha per conseguenza un ravvicinamento della immagine alla retina. Il contrario accade se l'oggetto si allontana.

L'occhio normale od *emmetropo* è adattato per la visione degli oggetti lontani, ossia, come si dice, all'infinito.

Ciò significa che l'occhio è in grado di distinguere nettamente gli oggetti posti a una distanza di oltre 65 metri senza sforzo di accomodamento (*punto remoto*); man mano che l'oggetto si avvicina, entra in azione il *potere di accomodamento* fino a una distanza di 15 centimetri (*punto prossimo*). A distanze inferiori l'occhio non può accomodarsi.

Fig. 568. Formazione del foco *n* e della immagine *c* in un occhio normale *C*; in un occhio ipermetrope o presbite *B* e in un occhio miope *A*.

Miopia. Ipermetropismo. Presbiopia. – Sappiamo che vi sono occhi difettosi. Il *miope* vede bene gli oggetti vicini e male quelli lontani. Ciò dipende dal fatto che il cristallino è troppo rigonfio e quindi troppo convergente, oppure dal fatto che il diametro antero-posteriore dell'occhio è troppo lungo; in ogni modo questo ha per conseguenza che, a parità di condizioni, mentre un occhio normale vede bene un oggetto posto a una certa distanza, il miope non può vederlo egualmente bene, perchè in lui l'immagine si forma, per le ragioni sopraddette, al di qua della retina (fig. 568 *A*); occorre quindi riportare l'immagine stessa sulla retina, ciò che si ottiene facendo uso di lenti divergenti ossia *biconcave*, le quali, esercitando una funzione opposta a quella delle convergenti, tendono ad allontanare l'immagine, anzichè a ravvicinarla.

L'*ipermetropia* è il difetto opposto alla miopia, e perciò l'immagine si forma al di là della retina (fig. 568 *B*), e occorrono, per correggere questo difetto, *lenti convergenti*.

La *presbiopia* è lo stesso difetto dell'*ipermetropismo*, ma dipende dall'età, poichè con l'andare degli anni il muscolo ciliare perde la sua contrattilità e il cristallino, meno elastico, non si rigonfia di più di quanto è necessario per le distanze inferiori a 65 metri.

Un altro difetto dell'occhio è l'*astigmatismo* dovuto ad irregolarità nelle superficie di curvatura della cornea, per cui gli oggetti si vedono più allargati in un certo senso di quello che lo siano in realtà.

Visione diretta. – Le immagini degli oggetti luminosi che si formano sulla retina sono, come si è detto, rovesciate. Come mai vediamo gli oggetti diritti? Perchè noi non vediamo l'immagine che si forma sulla retina, ma la proiezione di essa all'esterno, facendo fare ai raggi luminosi rettilinei che hanno colpito la retina il cammino inverso, per un processo psichico di esteriorizzazione delle sensazioni visive.

Fig. 569. Schema della visione stereoscopica.

O) occhio; *l*) lente; *A*, *B*) le due fotografie dell'oggetto; *C*) immagine unica in rilievo; *s*, *s'*, prolungamenti dei raggi rifratti.

Persistenza delle immagini sulla retina. – L'immagine che si forma sulla retina persiste su questa

per un certo tempo (circa un decimo di secondo). Su questa proprietà si fonda il cinematografo. Il passaggio rapido davanti agli occhi di una serie di fotografie prese a brevissimi intervalli dà la sensazione unica di oggetti in movimento.

Percezione dei colori. – L'occhio percepisce anche i colori. Secondo HELMHOLTZ ciò sarebbe dovuto alla eccitazione da parte della luce di tre specie di elementi nervosi della retina sensibili ciascuno ai tre colori fondamentali: rosso, verde, violetto.

Il *Daltonismo* (cecità per uno dei tre colori suddetti) sarebbe dovuto quindi alla mancanza di una di queste tre specie di fibre nervose.

Visione binoculare. – La visione *binoculare* permette l'apprezzamento del *rilievo* dei corpi, ossia della *terza dimensione* o *profondità*, più perfetta di quella *monoculare* (nel qual caso concorrono a questo giudizio fattori diversi, come le differenze di luminosità, di colore, di prospettiva, ecc.).

Lo *stereoscopio* è un apparecchio che dà assai facilmente la dimostrazione della visione in rilievo (fig. 569). Infatti guardando attraverso due lenti prismatiche due fotografie di un medesimo oggetto, per il sovrapporsi delle due immagini, se ne vede una sola, ma in rilievo.

L'organo dell'Udito.

L'organo dell'udito è l'*orecchio*, nel quale possiamo distinguere tre parti: *orecchio esterno, orecchio medio, orecchio interno* (fig. 570).

Orecchio esterno. – L'orecchio esterno è formato dal *padiglione auricolare*, dal *condotto uditivo* e dalla *membrana del timpano*.

Il *padiglione* è costituito da una lamina cartilaginea rivestita dalla pelle con numerose rientranze e rilievi aventi disposizione particolare. Esso è destinato a raccogliere le onde sonore e ad aiutarci a stabilire da quale parte queste provengano [1]. Il condotto uditivo nel suo tratto più profondo è ricco di ghiandole secernenti il *cerume*, atto ad impedire l'ingresso di piccoli animaletti. Il condotto termina con una membrana delicatissima: la *membrana del timpano*.

Orecchio medio. – L'orecchio medio è una specie di camera scavata nello spessore dell'osso temporale (*rocca petrosa*). In essa si notano degli *ossicini* disposti in catena ai quali per la loro forma fu dato il nome di *martello, incudine, staffa* (alcuni considerano un quarto, l'*osso lenticolare*) (fig. 571).

Il *martello* appoggia da una parte contro la membrana del timpano e dall'altra sull'incudine; la *staffa* appoggia contro la *finestra ovale*, apertura praticata nella faccia opposta a quella della membrana del timpano e che è pure chiusa da membrana. Poco al di sotto di essa trovasi pure un'altra apertura munita di membrana: la *finestra rotonda*. La cassa timpanica comunica con la faringe per mezzo di un tubo: la *tromba di Eustachio*. Questa comunicazione permette all'aria esterna di entrare nell'orecchio medio, e ciò ha grande importanza perchè, se nella cassa timpanica vi fosse il vuoto, la membrana del timpano, ricevendo soltanto

[1] Secondo il VENTURI questo è dovuto alla ineguaglianza nella percezione dei suoni da parte dei due orecchi.

la pressione dell'aria esterna, si curverebbe fino a rompersi; mentre la presenza di una contropressione dal lato interno la mantiene in equilibrio.

Orecchio interno. – È questa la parte più complicata dell'orecchio, situata dentro la rocca petrosa dell'osso temporale; e vi si può distinguere una parte ossea (*labirinto osseo*) ed una membranosa (*labirinto membranoso*). Quest'ultimo è modellato sul primo ed è fatto di parti molli. Fra l'uno e l'altro labirinto si trova un liquido: la *perilinfa*, e dentro al labirinto membranoso è l'*endolinfa*.

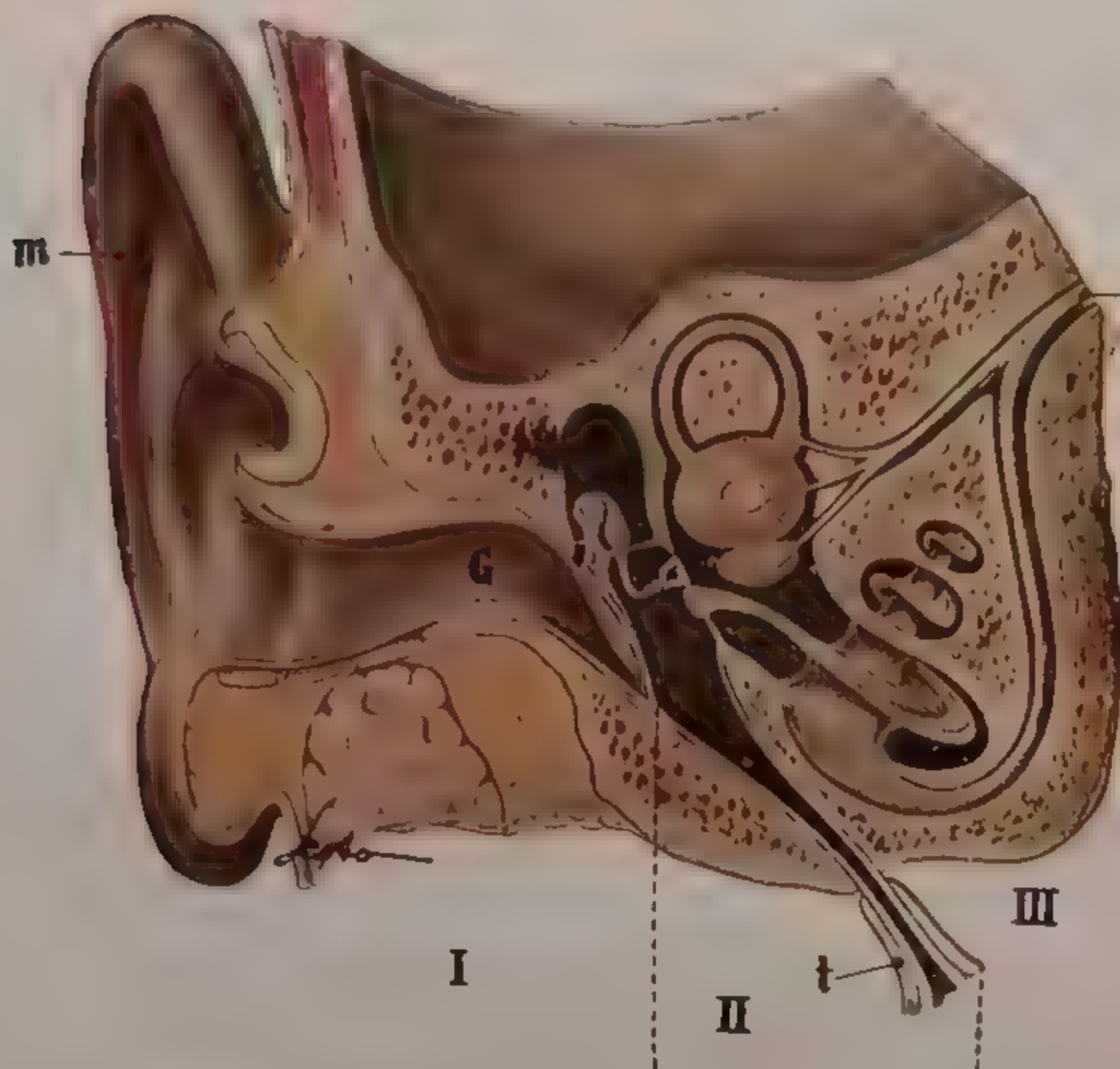



Fig. 570.

I) orecchio esterno; II) orecchio medio; III) orecchio interno; G) condotto uditivo; m) padiglione; t) tromba di Eustachio; A) nervo acustico.

Nell'orecchio interno si distinguono tre parti: il *vestibolo*, i *canali semicircolari* e la *chiocciola* (fig. 572).

Vestibolo membranoso. – È contenuto nel vestibolo osseo e risulta formato da due piccoli sacchi o *vescichette* sovrapposte, di cui quella posta in alto prende il nome di *otricolo* e quella posta in basso è denominata *sacculo*. Nella loro superficie interna si nota una piccola massa biancheria, detta *macchia acustica*, contenente una massa gelatinosa in cui stanno immersi dei microscopici corpuscoli solidi: gli *otoliti*.

Canali semicircolari. – Dall'otricolo partono tre canali della forma di un mezzo anello, disposti in modo che mentre uno di essi è orizzontale gli altri due sono verticali.

Essi cioè sono disposti secondo le tre direzioni dello spazio e portano ciascuno, nelle vicinanze di una delle loro estremità, una dilatazione detta *ampolla*, l'interno della quale presenta una macchia biancastra analoga alla macchia acustica del vestibolo. Anche questi canali membranosi stanno racchiusi entro i canali semicircolari ossei.

La chiocciola. – Dal sacculo del vestibolo parte un canale membranoso (*canale cocleare*) che si sviluppa a spira nella chiocciola ossea. Questa è infatti formata da un tubo avvolto a spirale, diviso internamente in due porzioni o *rampe* da un tramezzo in parte osseo (più internamente) in parte membranoso (più verso l'e-

sterno): la *rampa superiore* o *vestibolare* comunicante direttamente col vestibolo e la *rampa inferiore* o *timpanica* comunicante con la finestra rotonda. La parte membranosa spetta al *canale cocleare.*

In una sezione trasversale della chiocciola (fig. 573) si possono vedere le due rampe e lo spazio triangolare delimitato dal canale cocleare. È in questo canale che si trova l'organo più importante dell'udito: l'*organo del Corti.*

Fig. 571. – Catena degli ossicini dell'udito. *m*) martello; *i*) incudine; *ol*) osso lenticolare; *s*):staffa. (Fortissimo ingrandimento).

L'*organo del Corti* (fig. 574) è formato da una serie *di archi elastici* impiantati sulla *membrana basilare* che limita inferiormente la rampa cocleare. Ognuno di questi archi si compone di *due pilastri*: uno *interno* e l'altro *esterno*, inclinati in modo da formare come una specie di articolazione. Fra due pilastri rimane uno spazio triangolare che costituisce, per tutta la lunghezza del condotto cocleare, la così detta *galleria* o *arco del Corti.*

All'esterno dei pilastri esterni si trovano le *cellule del Deiters*, che sono cellule di sostegno, poste inferiormente alle *cellule acustiche*, le vere cellule sensoriali in comunicazione col fascio di neurofibrille provenienti dal ganglio spirale del nervo acustico. Queste cellule acustiche sono munite di *ciglia* alla loro superficie libera che guarda la cavità del labirinto piena di endolinfa. Tesa sulle ciglia vi è una laminetta o *membrana tectoria.* Vi sono non meno di 3500 cellule uditive interne e 12000 cellule uditive esterne. Le cellule del Deiters hanno un prolungamento centrale che si porta verso la membrana basilare e si confonde con essa, e probabilmente questo prolungamento si continua con una delle fibre connettivali della membrana stessa.

Fig. 572. – Labirinto osseo isolato e veduto dal lato esterno. Canali semicircolari, vestibolo, chiocciola.
A) canale semicircolare superiore; *B*) canale semicircolare posteriore; *C*) canale semicircolare esterno; *D*) finestra ovale; *E*) finestra rotonda; *F*) chiocciola.

Infatti in questa membrana basilare si notano (*zona striata*) delle finissime striature interpretate come fibre connettivali elastiche tese come corde, le quali hanno una lunghezza che va regolarmente aumentando ascendendo, dalla base all'apice della chiocciola, cosicchè formerebbero come una specie di arpa microscopica.

Fisiologia dell' udito.

Come è noto dalla Fisica, un corpo che emette un suono ha le sue particelle in moto vibratorio e questo movimento si trasmette attraverso un mezzo elastico (aria generalmente) in forma di onde. Queste onde arrivando al nostro orecchio entrano nel condotto uditivo esterno e mettono in vibrazione la membrana del timpano; questa trasmette le vibrazioni alla catena degli ossicini dell'orecchio medio, i quali, per mezzo della staffa poggiante sulla membrana della finestra ovale, le trasmettono a loro volta nell'orecchio interno al liquido della perilinfa e della endolinfa. Si generano quindi nella endolinfa delle onde che si potrebbero paragonare a quelle che si formano nell'acqua di un lago quando dall'alto vi facciamo cadere delle pietre: cerchi di acqua concentrici che si propagano fino alle rive; nel nostro caso fino all'organo del CORTI.

Fig. 573. - Sezione trasversale della chiocciola.

1. — Rampa vestibolare. — 2. Rampa timpanica. — 3. Canale cocleare. — 4. Organo del Corti. — 5. Fascio del nervo cocleare con ganglio spirale di Corti. (Ingrandito 350 volte circa)

Che avviene allora? È noto dalla Fisica in che cosa consiste il fenomeno della *risonanza*. Se si hanno due *diapason* capaci di dare lo stesso suono quando vengano colpiti, e se si mette in vibrazione l'uno di essi posto vicino all'altro in riposo, poi si arresta bruscamente il suono del primo afferrandolo con una mano, si sente ripetuto il medesimo suono dall'altro diapason che è entrato *per risonanza* in vibrazione. Analogamente, se davanti ad un pianoforte aperto cantiamo una nota di una certa altezza, intensità e timbro, fra tutte le corde del pianoforte si mette in vibrazione, e ripete il medesimo suono, quella che è accordata sul medesimo tono.

Qualche cosa di simile avverrebbe nel nostro orecchio, secondo *la teoria della risonanza* formulata dal COTUGNO fin dal 1761 e perfezionata poi dallo HELMHOLTZ.

Fig. 574. - Organo del Corti.

a) arco del Corti; *b*) cellule acustiche annesse con le cellule bipolari (*f*), *c*) cellule del Deiters; *d*, *e*) cellule di Claudius, *g*) membrana basilare. (Ingrandito circa 50 volte).

Abbiamo detto, infatti che nella membrana basilare si trovano fibre connettivali elastiche paragonabili alle corde tese di una microscopica arpa. Probabilmente ognuna di queste fibre elastiche è in certo modo intonata, a seconda della sua lunghezza, per onde sonore diverse, e quindi ciascuna di esse entra in vibrazione per certe onde sonore ma non per altre.

Quanto al meccanismo per cui tali vibrazioni si trasmettono attraverso il nervo acustico al cervello, dove vengono trasformate in sensazioni e percezioni, può darsi che esso avvenga così: le fibre della membrana basilare, in continuazione con la cellula del Deiters, su cui poggia la cellula acustica, entrando in vibrazione, fanno vibrare pure la cellula acustica, le cui ciglia vengono quindi a battere contro la membrana tectoria, la quale fa come da parete di resistenza, stimolando le ciglia che sbattono contro di essa, e determinando così uno stimolo che viene trasmesso alle fibre nervose terminali del nervo acustico con le quali le cellule acustiche sono in rapporto. Ad ogni modo si avrebbero tanti risuonatori capaci di vibrare per influenza coi singoli toni della gamma. L'organo dell'udito diventa così un meraviglioso analizzatore di suoni, nello stesso tempo che è capace di percepire la massa sonora complessiva.

Il nostro orecchio è capace di analizzare i suoni dal più basso, che consta di 20-40 vibrazioni doppie al secondo, al più alto di 40-50000 vibrazioni; se la frequenza delle vibrazioni è maggiore non si percepisce più un suono ma un rumore di fischio.

I canali semicircolari. – Quale è il significato fisiologico dei canali semicircolari? Secondo il VON CYON, scienziato tedesco, essi non hanno una funzione acustica, bensì rappresentano un organo nuovo, specifico per il *senso dello spazio*, cioè il senso per la facoltà di *orientamento* nelle tre direzioni spaziali. Esisterebbe dunque, secondo il VON CYON, un *sesto senso* oltre ai cinque già noti. Noi sappiamo infatti come le tre direzioni di questi canali corrispondano alle tre direzioni dello spazio. Gli esperimenti condotti su animali, ai quali furono tolti o l'uno o l'altro dei canali semicircolari, sembrano confermare la teoria. Infatti togliendo ad una rana le due paia di canali disposti nel senso orizzontale, l'animale dopo l'operazione non riesce che a muoversi soltanto intorno ad un asse verticale. Vi è nel Giappone una specie di topo, che, fornito del solo canale *sagittale* (da avanti in dietro), non cammina che in questa direzione. Essi sarebbero quindi l'organo per il *senso geometrico*, come per il DONISELLI la chiocciola non sarebbe soltanto l'apparecchio per analizzare i suoni, ma funzionerebbe anche come organo per il *senso aritmetico*.

Subordinata alla funzione orientatrice è poi la funzione *statica dell'equilibrio* per la conservazione dell'equilibrio del corpo nelle sue diverse posizioni e movimenti. Ma a questo senso dell'equilibrio concorrono oltre che i canali semicircolari anche impressioni molteplici, tattili, cinetiche, visive, come già si è detto parlando dell'organo di senso del tatto.

PARTE TERZA

IGIENE

La vita dell'uomo è minacciata di continuo da cause nemiche che attentano alla sua integrità e alla sua incolumità. Il clima, l'acqua, l'ambiente esercitano una influenza non sempre favorevole, anzi bene spesso nociva all'organismo; gli innumerevoli parassiti e i bacteri, che generano le malattie infettive, aggrediscono e penetrano nel corpo umano e minano la sua esistenza: le varie fasi dello sviluppo individuale, dalla nascita alla vecchiaia, costituiscono un terreno più o meno favorevole all'attecchimento di morbi e al manifestarsi di varie specie di alterazioni fisiche e psichiche con le loro fatali conseguenze; il genere di alimentazione, la condotta di vita, l'abitazione, l'esercizio professionale e il genere di lavoro, le condizioni sociali, tutto questo e altro agisce sulla salute dell'uomo continuamente in modo subdolo o aperto. È quindi necessario che l'uomo si difenda da ogni causa di indebolimento, cerchi di rinvigorirsi e di fortificarsi, vigili continuamente sulla sua vita fisica, non solo per uno scopo individuale, egoistico, ma anche, e più, per uno scopo sociale e collettivo, in quanto che ne va di mezzo l'integrità della razza e con essa la potenza e la vita di una Nazione.

L'igiene si occupa appunto di tutti i problemi relativi alla difesa del corpo umano da ogni causa nociva, alla vigilanza della sua salute e al modo di migliorarla, affinchè, insieme con l'individuo, anche la razza a cui esso appartiene migliori e diventi strumento di potenza e di forza.

L'aria e la respirazione nell'igiene.

L'aria atmosferica è un miscuglio di diversi gas, fra i quali è in prevalenza l'*azoto* (circa 78%); l'*ossigeno* (circa il 20%); l'*anidride carbonica* (circa il 0,04%). Inoltre essa contiene *gas rari* (*Argo*, *Cripto*, *Elio*, *Xeno*); tracce di *idrogeno solforato* e *ammoniaca* proveniente dalle sostanze organiche in decomposizione. Infine *vapore acqueo* e *pulviscolo atmosferico*.

Dal punto di vista igienico ha particolare importanza l'*anidride carbonica*. Questo gas infatti, chiamato comunemente *acido carbonico*, non è velenoso, ma se nell'aria che si respira si trova in quantità superiore all'1%, provoca *dispnea*, *stordimento*, *vertigine*, *cefalea* e infine *deliquio*; se supera l'8 o il 10% provoca *asfissia*, e produce la *morte*, tanto più rapida quanto più l'ambiente è chiuso.

Nelle grotte, nelle fogne, nei pozzi neri specialmente, l'anidride carbonica può trovarsi in quantità rilevanti. Per questo occorre, prima di inoltrarsi in questi luo-

gli, provare se vi sia eccesso di anidride carbonica, recando seco una candela accesa, la quale, come è noto, si spegne in presenza dell'anidride carbonica, giacchè questo gas non mantiene la combustione. Questa usanza si applica pure tutte le volte che occorre scendere in cantina dove è del mosto d'uva in fermentazione, il quale produce anidride carbonica in quantità rilevante.

Ma senza ricorrere a questi ambienti speciali, quantità notevoli di anidride carbonica si trovano pure negli ambienti confinati, come aule, dormitori, ecc., nei quali non vi sia ventilazione sufficiente. In generale negli ambienti chiusi si ha un'aria confinata, che è nociva non solo per la presenza dell'anidride carbonica e la scarsità di ossigeno, ma anche per la presenza di sostanze gassose volatili che esalano dai pori della pelle delle persone, le quali, specie se in grande numero, ammorbano l'aria, tanto che, qualche volta, possono in detti luoghi verificarsi svenimenti, massime nel sesso femminile.

È noto che l'anidride carbonica in eccesso che si riversa nell'aria proviene dalla respirazione di tutti gli esseri viventi; ma anche dalle sostanze che bruciano, dalle sostanze che vanno in decomposizione, da emanazioni del terreno di certe località di natura vulcanica; cosicchè questo gas si accumulerebbe in eccesso nell'aria se provvidenzialmente non intervenissero le piante, le quali utilizzano l'anidride carbonica per compiere la loro funzione di nutrizione (*funzione clorofilliana*) e sottraggono così continuamente all'aria ingentissime quantità di acido carbonico, mantenendone la percentuale media di 0,04 %. Le piante inoltre, durante questa funzione di nutrizione, emettono ossigeno, e perciò di giorno purificano l'aria. Ottima cosa è quindi coltivare alberi presso le abitazioni, alberare le città, arricchire di giardini pubblici i grandi centri popolati, come pure ottima cosa è coltivare piante nelle case anche dal punto di vista igienico oltre che estetico. Però occorre evitare di notte la presenza di fiori nelle camere dove si dorme perchè questi, respirando, arricchiscono l'aria di anidride carbonica.

Un altro elemento che può riuscire assai dannoso alla salute è il *pulviscolo atmosferico*. Specialmente presso gli abitati, le strade, gli stabilimenti, questo pulviscolo è più abbondante, e, oltrechè esercitare una influenza irritante nei polmoni, esso diviene assai pericoloso per i germi infettivi che può contenere, come bacteri e spore di bacteri.

Anche il grado di *umidità* non è trascurabile. Nei climi tropicali, ad es., che sono per lo più caldo-umidi, sono frequenti i casi di *anemia*, e i climi nebbiosi dell'Inghilterra riescono deleteri per molti individui.

Egualmente un *riscaldamento eccessivo* dell'aria provoca disturbi diversi, fino ad aversi il così detto *colpo di calore*, non infrequente a verificarsi nelle regioni tropicali all'aperto e in quegli stabilimenti industriali nei quali gli operai devono permanere a lungo in ambienti eccessivamente caldi e umidi.

Tale *colpo di calore* si manifesta con sete ardente, cefalea, congestione facciale, disturbi cardiaci. Le temperature *troppo basse* provocano invece congelamenti, pneumoniti, malattie reumatiche e facilitano l'attecchimento di certi germi infettivi.

Le *correnti d'aria* infine, specie se si accompagnano ad alte o a basse temperature, vanno in genere evitate da quegli individui che sono predisposti ai raffreddori, alle angine, alle lombaggini, ai reumatismi

Infine è da notarsi anche l'influenza della *pressione atmosferica*. Il noto *mal di montagna* è provocato appunto dalla diminuita pressione dell'aria che si manifesta ad una altezza superiore ai 3000 metri, non solo in alta montagna, ma anche nelle ascensioni aereostatiche o aereoplaniche. I sintomi di questo mal di montagna sono cefalea, stordimento, sonnolenza, cardiopalmo, nausea, vomito; ma possono giungere fino al deliquio e alla morte se non viene subito provveduto alla discesa del colpito a più bassa quota.

Come la rarefazione dell'aria può provocare disturbi del genere di quelli accennati, così l'*eccessiva pressione* produce disturbi nervosi di vario genere, fino all'apoplessia; e ciò si è verificato non di rado nei palombari.

Igiene dell'alimentazione.

Già dicemmo, a proposito della digestione, quali sono le principali sostanze alimentari di cui l'uomo abbisogna per vivere, e in quali quantità esse devono usarsi (*razione alimentare*) al fine di riparare alle perdite giornaliere che si compiono nell'organismo in condizioni normali.

E parlammo anche dell'importanza delle *vitamine*, la mancanza delle quali provoca le così dette malattie «*da carenza*» (da *carere* = mancare) come lo scorbuto, il beri-beri, il rachitismo, la pellagra, ecc. Inoltre dicemmo della necessità per l'uomo di una alimentazione *mista* e della norma fondamentale igienica di non eccedere mai nel quantitativo. Per l'adulto sono più che sufficienti due pasti giornalieri. Oggi più che mai si nota una tendenza alla *stipsi*, che si può combattere, secondo il Dott. SANTANGELO, facendo uso di pane nero o grigio, di verdure cotte, di brodo di legumi, di olive nere, di frutta cotta, ecc., evitando l'uso di purganti.

Vogliamo piuttosto qui trattenerci sulla natura ed efficacia nutritiva delle principali sostanze nutritive alimentari, e avvertire che è necessario provvedere ad una assidua e costante vigilanza (*vigilanza annonaria*) esercitata dagli Ufficiali sanitari, affinchè queste sostanze vendute in commercio non vengano adulterate a scopo di lucro e non vengano messe in commercio carni di animali ammalati o infette da parassiti (*vigilanza veterinaria*).

Le principali sostanze alimentari dell'uomo.

Pane. — Il pane è l'alimento principale dell'uomo, sebbene da solo presenti scarso valore nutritizio per quanto riguarda le sostanze proteiche e i grassi; ed è perciò che esso viene integrato con la carne, il latte, le uova, il formaggio, ecc., cioè con sostanze ricche di questi principî attivi.

Il chicco di frumento o *cariosside*, con cui si fa la farina è ricco di *amido* e di *glutine*; inoltre contiene, nell'embrione, proteine plastiche, e granuli di *aleurone* [1] nello strato sottostante a quello più esterno o *pericarpio* (la crusca). La crusca è difficile a digerirsi perchè fatta di lignina, di cellulosa e di altre sostanze. Così anche lo strato aleuronico, sebbene

[1] L'*aleurone* è un prodotto considerato identico al glutine e rappresenterebbe un albuminoide di riserva.

contenga preziose sostanze alimentari, non è intaccato dai succhi gastrici. Di tutte queste sostanze solo l'amido e il glutine vengono utilizzate, poichè con l'industria molitoria moderna l'embrione e lo strato aleuronico vengono tolti, al fine di ottenere un pane bianco e delicato più digeribile. Ma è questo un grave errore poichè esso è, dal punto di vista nutritizio, assai inferiore al pane scuro o pane *integrale*, a quello cioè fatto con farina macinata nei vecchi mulini ad acqua corrente che, se andavano adagio, avevano il pregio di lasciare alle farine gran parte dello strato aleuronico e tutto intero l'embrione.

Confezione del pane. – Come è noto, il pane si allestisce mescolando la farina con l'acqua e con un po' di sale, impastando e aggiungendo il *lievito* per la fermentazione, poichè senza di esso la miscela non gonfierebbe e si avrebbe il pane *azimo*. Il lievito si prepara unendo a un po' di pasta del mosto di vino o di birra, che contiene dei funghi microscopici (*Saccaromiceti*) e tenendo la pasta per qualche giorno in ambiente caldo. Questi fermenti figurati producono enzimi (*diastasi*) che trasformano l'amido in *destrina* e *maltosio* (al che provvede l'*amilasi*), e il *maltosio* in alcool e anidride carbonica (e a questo provvede l'altro enzima che è la *zimasi*). Quando la pasta ha fermentato ed è rigonfia, si procede alla *cottura* nei forni tenuti a 200°-300° di temperatura, e allora si forma una crosta superficiale bruno-dorata, ricca in *destrina* e perciò più digeribile della mollica interna: mentre il lievito muore.

Il pane non è soltanto l'alimento tipo per l'uomo, ma è anche il simbolo di ogni premio al suo lavoro. Ricordate le magnifiche parole del Duce? « *Amate il pane, cuore della casa, profumo della mensa, gioia del focolare. Rispettate il pane, sudore della fronte, orgoglio del lavoro, poema di sacrificio. Onorate il pane, gloria dei campi, fragranza della terra, festa della vita. Non sciupate il pane, ricchezza della Patria, il più soave dono di Dio, il più santo premio alla fatica umana* ».

Uova. – Le più usate per l'alimentazione sono, come è noto, le uova di gallina. Il valore alimentare delle uova è assai grande, giacchè, se pur sono scarse di idrati di carbonio, contengono invece abbondanti sostanze proteiche. Infatti il *bianco* dell'uovo è una soluzione acquosa di albumina e globulina; ma specialmente nel *tuorlo* si trova della *ovovitellina* accompagnata da altre sostanze proteiche e da grassi fosforati (*lecitine*), da zucchero (glucosio) e sali minerali di calcio, potassio e composti di ferro.

Le uova perciò, per il loro contenuto in fosforo e in ferro, vengono indicate specialmente nei casi di anemia e di esaurimento nervoso. Le uova si digeriscono più o meno facilmente a seconda del modo come sono state preparate. Se crude si digeriscono dopo circa un'ora, se cotte dopo due ore; le uova sode però richiedono maggior tempo e sono più difficili a digerirsi.

È importante che l'uovo sia fresco, perchè l'uovo vecchio e alterato può anche divenire dannoso alla salute, in quanto che si formano in esso dei veleni derivanti dalla putrefazione delle albumine.

Un uovo fresco, quando venga rotto, si riconosce dal tuorlo denso, rigonfio, di un bel colore giallo, dall'albume pure denso, ma chiaro e trasparente, dalla *membrana testacea* ben aderente al guscio. Qualche volta però, pur essendo fresco, il tuorlo può avere colore giallo pallido o verdastro o bruno; ciò dipende dal genere di alimentazione; poichè un alimento a base di grano e granturco dato a una gallina che sia lasciata razzolare libera nei prati, dà un bel colore giallo-rosso al tuorlo; se l'alimento è dato da prodotti olec[illegible] tuorlo lè di color giallo pallido; se l'alimento è in grande prevalenza erbaceo, il tuorlo è di colore verdastro, e infine è di color bruno se la gallina si è cibata prevalentemente di insetti.

Le uova si possono conservare a lungo con metodi diversi, ma tutti basati sul principio di impedire il contatto diretto del guscio con l'aria esterna. Se si vogliono conservare e uova per pochi giorni, è sufficiente immergerle nella crusca o nella sabbia secca, dopo

aver avvolti i gusci con carta porosa; se per un tempo maggiore, si usa immergerle in latte di calce; ma è facile che così assumano un sapore sgradevole e si alterino alquanto.

Preferibile è una soluzione al 10% di silicato di sodio, chiudendo poi il recipiente con guttaperca (specie di gomma). Oggi per lo smercio in grande si preferisce fare uso dei frigoriferi.

Latte. – Il latte, esclusivo alimento del bambino nel primo anno di vita e dei piccoli nati di tutta la vasta classe dei Mammiferi, contiene al completo le sostanze necessarie per la vita delle cellule e dei tessuti e per il loro accrescimento. Alimento principe dunque e indispensabile per il primo sviluppo. Il latte è una emulsione di sostanze grasse (*burro*) in un liquido acquoso che contiene disciolte varie proteine (caseine, albumine, globuline) e sali minerali (di fosforo, di calcio, di magnesio, di potassio; il ferro manca) e zuccheri (lattosio) e diastasi e vitamine e ormoni. Lasciato in riposo, si separa in due strati: la *crema* di latte al di sopra e il latte scremato al di sotto. Acidificando il latte (trattandolo con il *caglio* dello stomaco dei vitelli) il latte si rapprende in un coagulo formato da caseina includente il grasso (la così detta *cagliata*), mentre il liquido che rimane è il *siero*.

Il latte di vacca differisce dal latte di donna non solo nella composizione qualitativa e quantitativa dei suoi sali, contenendone il primo in maggior quantità; ma perchè contiene anche molta caseina e poca lattoalbumina (ed è questa la proteina più importante) e perchè possiede anche un *impeto formativo* maggiore, perchè il vitello impiega quarantasette giorni per raddoppiare il peso della nascita, mentre il bambino ne impiega invece centocinquanta; ossia tre volte maggiore. Queste considerazioni e altre sconsigliano l'uso del latte vacchino in sostituzione di quello materno; pratica purtroppo oggi molto diffusa e causa non ultima del decadimento demografico della stirpe.

Il latte vacchino però, nel periodo della crescenza, nella convalescenza, nella vecchiaia, è ottimo alimento; e può anche essere adoperato il siero di latte come medicamento in certe affezioni intestinali, epatiche, renali, ecc. Ma per essere usato impunemente, il latte deve essere bollito, perchè con la bollitura si uccidono i germi patogeni tubercolotici e colici che potrebbero inquinarlo. Una *sterilizzazione* completa però si ottiene solo portando il latte alla temperatura di 110°-120° in autoclave. La *pasteurizzazione* consiste nel riscaldare il latte appena munto a 70°-80° e poi raffreddarlo.

Essa viene praticata nelle così dette « *Centrali del latte* » che forniscono le popolazioni delle grandi città e richiede impianti speciali. Il latte si può così conservare mantenendone inalterato il sapore, la digeribilità e le qualità nutritizie per qualche giorno, ed è immune inoltre da germi infettivi, ma non sterile in modo assoluto. Questi germi infettivi (di tifo, colera, difterite, tubercolosi, ecc.) possono essere dati dall'animale, ma per lo più provengono dalle mani di chi lo munge, dai recipienti poco puliti, dall'ambiente, ecc.; perciò è necessaria una grande pulizia nella mungitura.

In commercio va anche il latte *condensato*, ossia il latte fatto evaporare nel vuoto, addizionato di zucchero, e conservato in scatole di latta e sterilizzato. Un latte coagulato con fermenti speciali è il *yoghurt*, adoperato per combattere le putrefazioni intestinali. Il fermento bulgaro a ciò adoperato è una mescolanza di diversi lieviti e bacteri.

Tolto il *burro*, il liquido che rimane, se viene trattato col *presame* o *caglio*, coagula in parte per insolubilità della caseina e il coagulo serve per fabbricare il *formaggio*. Sopra al coagulo rimane il *siero*, con cui si fa la *ricotta*, di scarso valore alimentare.

Carne. – Le masse muscolari di diversi animali forniscono all'uomo un alimento ricco di sostanze proteiche e di altre diverse sostanze utilizzabili, quali glicogeno, peptoni, sali diversi di fosforo, calcio, potassio, ecc.

La carne di manzo, di color rosso vivo, frammista a grasso, tendini, vasi e nervi è la più comunemente usata per fare il brodo, che ha ottime proprietà digestive, ma scarso potere alimentare.

Oltre alle carni *rosse* si hanno le così dette carni *bianche* (di coniglio, pollame, ecc.) ritenute più digeribili, ma in realtà le carni bianche di maiale e di oca sono più indigeste anche per il grasso abbondante di cui sono provviste.

La carne di un animale appena ucciso, perchè dura e di difficile digestione a causa della rigidità cadaverica che a poco a poco sopravviene, di solito non si consuma subito, ma dopo qualche giorno, affinchè diventi *frolla*, cioè più tenera in seguito all'azione di fermenti.

Si usano anche le carni *congelate*, mantenute cioè a bassa temperatura nei frigoriferi conservanti a lungo le loro proprietà nutritizie, cosicchè possono essere spedite in paesi lontani e vendute a prezzo basso.

Carne essiccata, ridotta in polvere e compressa in scatolette, è il così detto *pemmican*, di cui fanno grande uso gli esploratori delle regioni povere di nutrimento, come quelle polari.

Estratti di carne si ottengono esaurendo la carne con acqua nell'autoclave ed evaporando a pressione ridotta il brodo così formato; ma servono soltanto come stimolanti nei processi digestivi anzichè come sostanze aventi valore nutritizio.

Grande uso si fa delle carni di maiale, che vengono mangiate cotte o crude (prosciutti), o insaccate e mantenute per mezzo della salatura (salami, salsicce).

Sulla digeribilità della carne ha molta influenza anche il modo di cottura e di preparazione: la carne bollita è resa più tenera, ma è privata di peptoni e di sali; la carne in umido è ricca di grassi e più difficile a digerirsi della carne arrostita, se pure più gustosa al palato per gli eccitanti aromatici coi quali viene allestita (salvia, rosmarino, ecc.).

Pesce. – La carne di pesce è meno nutriente di quella degli animali terrestri, ma più digeribile. Essa deve però essere fresca, e il pesce fresco si riconosce dal colore rosso vivo delle branchie (quando non siano state colorate artificialmente), dall'occhio non opaco, ma ancora lucido, dall'odore che non deve essere disgustoso. Purtroppo per mantenerlo fresco si ricorre, specie per il pesce da taglio, ad iniezioni che possono poi provocare disturbi non lievi. Inoltre non deve essere troppo grassa, come è quella delle anguille e del salmoni.

Anche le carni di certi pesci possono essere essiccate, come si fa per il merluzzo pescato nei mari del Nord e venduto col nome di *stoccafisso* o anche salato (*baccalà*). Salate si conservano pure le aringhe, numerosissime sulle coste della Svezia e della Norvegia.

Sott'olio si conserva la carne del tonno, di cui si fa pesca nel Tirreno, presso le coste sarde e sicule, nelle così dette *tonnare*.

Sott'olio si conservano pure le sardine e le acciughe o in salamoia.

Le uova di cefalo (bottarghe) e di storione (caviale) contengono molte sostanze proteiche e fosforate.

Riso. – Il riso costituisce per le popolazioni dell'Oriente l'alimento principale. Ma anche da noi dovrebbe avere una assai maggiore diffusione, giacchè è un alimento ricco di amido e di facile digestione, e ha il pregio di poter essere conservato a lungo allo stato secco, di richiedere poco tempo per la cottura e di prestarsi ad essere confezionato in vari modi.

Erbaggi. – Le foglie verdi delle piante hanno alto valore nutritizio perchè contengono molte sostanze fabbricate da esse stesse, e perciò in istato di particolare attività biologica e quindi più prontamente assimilabili; contengono *clorofilla* che, per avere il nucleo pirrolico e ferro, forniscono queste sostanze all'ematina dei globuli rossi del nostro sangue; contengono proteine plastiche, sali diversi la cui importanza per l'alimentazione umana va sempre più rivelandosi in seguito ai moderni studi. Infatti ai sali non solo è affidato il mantenimento dell'equilibrio osmotico, acido-basico e ionico della cellula, ma anche una funzione antitossica, plastica, catalitica.

Animali da esperimento nutriti con cibi privati dei loro costituenti salini muoiono fra spasimi atroci.

Purtroppo però nella pratica culinaria si pratica alle verdure il lavaggio e la cottura, che impoveriscono grandemente questo prezioso contenuto togliatelo. Così, ad es., nella cottura degli spinaci passano nell'acqua di primo bollore i principi alimentari più utili (sostanze azotate, amidi, zuccheri, acidi organici, sali di potassio, di calcio, magnesio, vitamine, sostanze aromatiche) e ciò che resta non è che una povera cosa, mentre l'acqua viene buttata via come scarto. È una pratica quindi irrazionale, che spesso si fa anche per una esagerata paura dei microbi; mentre non dovrebbe mai mancare nella dieta giornaliera un piatto di verdura fresca, integra, stagionale.

E anche la paura della indigeribilità della cellulosa dovrebbe essere vinta, perchè la cellulosa, oltre ad aiutare meccanicamente il passaggio del contenuto intestinale favorendo la peristalsi intestinale, dà luogo a fenomeni di carenza fisica nei casi in cui essa viene a mancare, come è dimostrato dall'esperimento.

Occorre sfatare altri pregiudizi. Così, ad es., quello che i semi delle leguminose abbiano così alto valore nutritizio da farli considerare come la carne dei poveri. Questi semi (fagioli, piselli, fave, ecc.) contengono sì infatti più del 24% di proteine, ma sono per la maggior parte proteine non formative del protoplasma delle cellule, giacchè quelle formative si riducono a poche contenute nell'embrione che è assai piccola cosa in confronto dei cotiledoni formanti la maggior parte del seme. Si è visto infatti sperimentalmente che 20 grammi di proteine del seme equivalgono a 2 grammi di proteine contenute nella patata come potere nutritizio! Le proteine dei cotiledoni sono quindi piuttosto adatte a fornire energia, a dare calore, ma non a riparare o a costruire tessuti.

Frutta. – Le qualità dietetiche delle frutta sono state valutate soltanto in tempi recenti, giacchè si riteneva che esse contribuissero per il loro contenuto in acidi (acido malico, citrico, tartarico, ecc.) ad aumentare l'acidità del nostro sangue già abbastanza acidificato da una alimentazione fatta in prevalenza di carne, uova, formaggio, pesce e cereali. Si è dimostrato invece che nelle frutta mature molti acidi sono salificati e trasformati poi nell'organismo umano in carbonati alcalini od ossidati in anidride carbonica ed acqua; cosicchè in definitiva gli acidi delle frutta, piuttosto che diminuire, aumentano l'alcalinità del sangue.

Fortemente alcalinizzanti sono tra le frutta l'uva, le banane mature, le arance, i limoni e le pesche.

Di più le frutta hanno un grande contenuto idrico e zuccherino: acqua e zucchero in istato attivo e non passivo ed inerte; hanno vitamine, sostanze aromatiche, ecc., e quindi sono ricche di principî atti a stimolare la nutrizione, a rendere più pronte le ossidazioni, a eliminare le scorie dell'organismo, a conservare più alto il tono della vita.

Le frutta però non dovrebbero essere nè sbucciate, nè lavate, nè risciacquate, perchè sbucciandole si porta via una quantità di sostanze preziose (vitamine specialmente) e lavandole si toglie ad esse la pruina, fatta di saccaromiceti agenti delle fermentazioni.

Un frutto tutto nostro, mediterraneo, è l'*uliva*, che viene usato per estrarne ordinariamente l'olio, ma che viene adoperato anche come cibo. Ma occorre che il frutto sia maturo, cioè nero e non verde, e secco ed assolato. Esso contiene allora elementi di vitale importanza: lipoidi, aromi, vitamine (A ed E) e l'olio di più pronta assimilazione che si conosca.

Vino. – Il vino ha una composizione variabile a seconda delle diverse qualità di uva con le quali è stato confezionato, ma in generale fondamentalmente costituita da acqua, alcool etilico, glicerina, zuccheri, sostanze proteiche, coloranti, tannino, acidi organici volatili e non volatili, sali di sodio, potassio, calcio, alluminio. La percentuale dell'alcool va da 7 a 12 gradi nei vini da pasto e fino a 15 gradi nei vini *da taglio*, usati cioè per rinforzare e correggere altri vini deboli.

L'alcool si forma in seguito alle fermentazioni dello zucchero d'uva o glucosio contenuto nel frutto nell'uva, fermentazione operata come è noto da microscopici funghi (*Saccaromyces ellipsoideus*) nel mosto, ossia nell'uva pigiata e messa nel tino.

Quando il vino non sia adulterato, ma genuino, è sano, è un ottimo stimolante delle secrezioni dello stomaco, attivatore del ricambio, della forza muscolare e quindi capace di dare maggiori resistenza al lavoro e alla fatica; è un alimento di risparmio per le calorie che fornisce in sostituzione di altre prodotte dagli zuccheri; difende contro le intossicazioni; solleva lo spirito ed eccita la fantasia.

Non si deve però naturalmente eccedere, perchè allora il tanto deprecato alcoolismo può realmente fare sentire i suoi tristi effetti; benchè non sia da confondere l'alcool del vino con quello concentrato dei liquori che sono davvero deleteri per l'organismo.

L'Italia è ricca di vini generosi e il consumo dovrebbe esserne maggiore.

Alcoolismo. – L'abuso del vino, per l'alcool in esso contenuto, è assolutamente da proscriversi. A parte il fatto che l'*ubbriachezza*, costituente il primo effetto visibile delle conseguenze dell'alcool, è ripugnante a vedersi (gli antichi Greci facevano vedere ai loro figli i famosi *iloti* ubbriachi affinchè ne traessero triste e incancellabile ricordo), ben più grave è l'effetto prodotto dall'alcool su tutti gli organi: muscolari, nervosi, respiratori, intellettuali. Si tratta di un vero e proprio *avvelenamento*, che produce *cirrosi* nel fegato (indurimento, impicciolimento e mancanza di funzione), alterazione dei reni (*nefrite*), degenerazione grassa degli organi toracici e addominali, alterazioni anatomiche nel cervello e nel sistema nervoso e alterazioni psichiche (cinismo, manie, allucinazioni), e infine *delirium tremens*.

Più grave ancora è l'effetto postumo che esso produce nei figli e nei discendenti. È provato chiaramente che i figli degli alcoolizzati, o non superano il primo anno di vita, o nascono deficienti, tubercolotici, pazzi, criminali, o comunque minorati. L'alcool poi è fatale ai ragazzi che non abbiano superato il diciottesimo-ventesimo anno di età.

Soprattutto si deve tener presente che questi effetti sono specialmente dati dalle vere e proprie bevande alcooliche (liquori, grappa, wodka, ricavata dalla distillazione del frumento e della segale, whisky, ecc.).

Contro questa piaga sociale quindi i Governi si opposero sempre, ricorrendo a mezzi coercitivi ma non sempre efficaci. È noto il *proibizionismo* americano, durato 14 anni, e cessato alla mezzanotte del 6 aprile 1933 nei 48 Stati dell'Unione Nord-americana che salutarono l'avvenimento con feste, cortei, canti, allegria e ... ubbriacature. A rendere però limitato l'uso degli alcooli provvedono attualmente in America tasse veramente.... proibitive.

In Italia il Governo nazionale ha fatto diminuire il numero degli spacci di vendita di bevande alcooliche, stabilendo inoltre orari determinati per la vendita. Inoltre ha svolto intensa propaganda per l'uso più largo fra la popolazione dell'*uva da tavola*, che veramente, dal punto di vista igienico, ha grandi pregi, favorendo nel contempo l'economia nazionale e compensando la diminuita vendita del vino. Ma, più che altro, a combattere l'alcolismo è necessario una intensa e attiva propaganda specie nelle scuole e negli Istituti di coltura, poichè solo con l'educazione dello spirito si possono ottenere quei risultati che non riescono a raggiungere le leggi ed i regolamenti.

Tabacco. – Si chiama *tabagismo* la malattia dovuta all'abuso del tabacco. Sembra, secondo recenti ricerche, che più che alle sostanze venefiche in esso contenute, tale malattia sia dovuta all'*ossido di carbonio* che dal tabacco emana e che riesce specialmente deleterio per coloro che si trovano in ambienti chiusi. In ogni modo la *nicotina* contenuta nel tabacco è un alcaloide velenosissimo e insidioso poichè viene assorbito lentamente, e a lungo andare produce effetti diversi quali: disturbi boccali, deficienze gastriche, raucedine, catarro laringeo e bronchiale, angina pectoris, arteriosclerosi, alterazioni cardiache, fino a produrre anche cecità e sordità. Non sembra che vi sia un rapporto specifico fra cancro e fumo da tabacco.

Molto certamente influisce nell'uso del tabacco la costituzione individuale, poichè mentre vi sono individui che non sopportano affatto nemmeno l'odore del fumo, altri, un po' per natura, un po' per cattiva abitudine, hanno una particolare resistenza. La cronaca narrò, or non è molto, di un fumatore accanito vissuto fino a 105 anni di età (Battista Crepoldi di Cavarzere, Adria). Si tratta però di eccezioni. Quello che è certo è che ai ragazzi il fumo riesce assai nocivo, per cui in parecchie Nazioni, compresa l'Italia, la legislazione sociale ha provveduto a proibire il consumo del tabacco agli adolescenti fino ai 15-16 anni di età.

Anche per l'uso del tabacco negli adulti si può ripetere il monito che « fumare è un vizio, saper fumare una virtù ». In linea generale la sigaretta è meno ricca di sostanze tossiche dei sigari e dei tabacchi, e ciò spiega, in parte, il largo consumo che di essa oggi si fa nella maggioranza della popolazione.

Fig. 575. – Discobolo.

Educazione fisica.

« *Mens sana in corpore sano* »; è questo l'ideale degli igienisti, i quali vedono nell'armonia fra vigore dell'intelletto e quello fisico del corpo la più perfetta realizzazione del tipo di bellezza umana.

Purtroppo questo ideale nella maggior parte degli uomini non si verifica per un complesso di ragioni in parte dovute a cause ereditarie, ma in gran parte, anzi nella massima parte, dovute a cause dipendenti dall'ambiente, dalle consuetudini di vita,

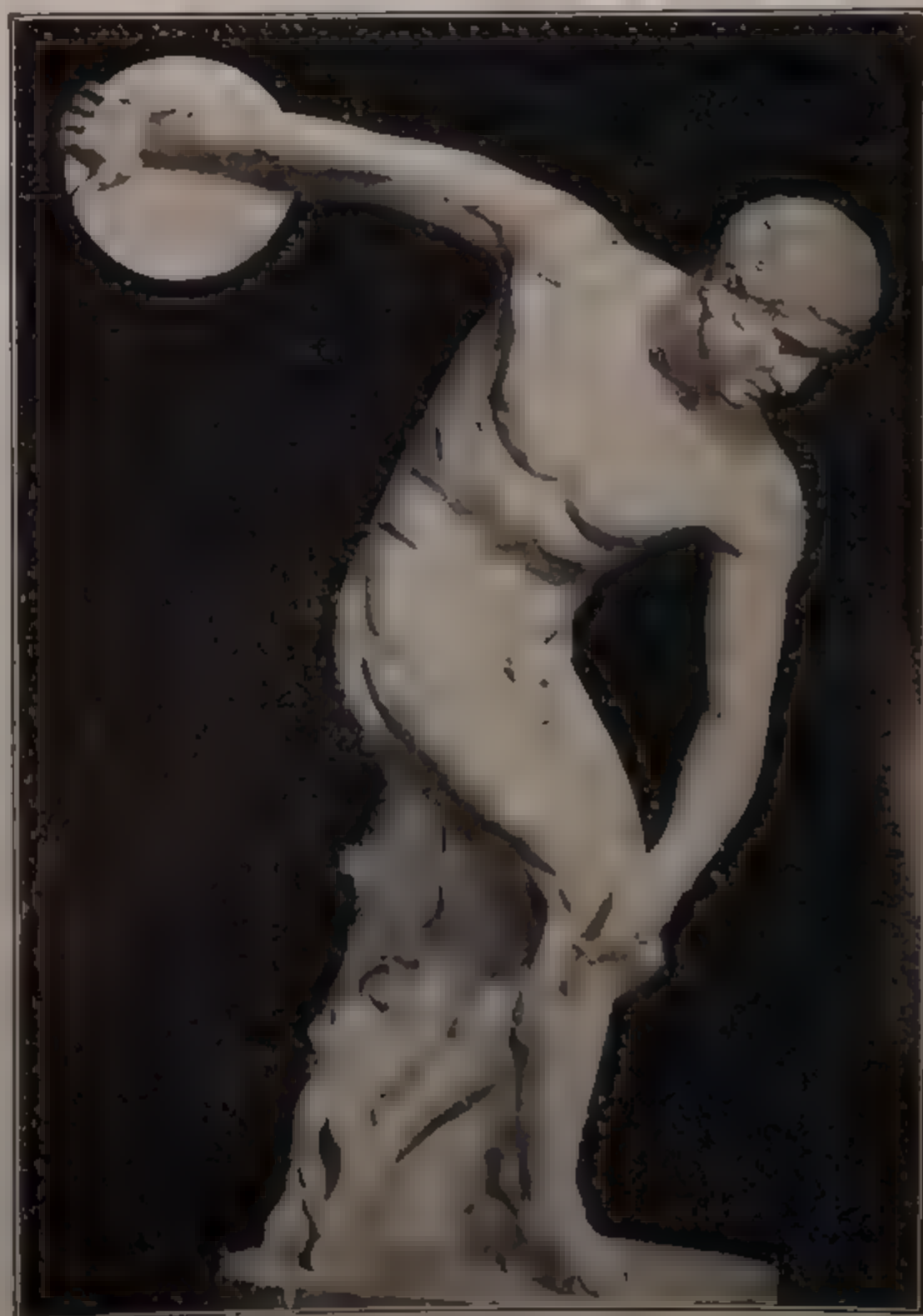



Fig. 576. – Lottatori.

dall'educazione ricevuta. Anzi diremo di più: qualche volta accade di vedere che in un corpo non sano alberga una mente robustissima. Basta pensare a Leopardi, a Byron, a Beethoven.

Ciò non vuol dire pertanto che questo tipo di bellezza non sia raggiungibile, e a questo appunto è rivolto lo sforzo degli educatori, sia nel campo intellettuale che in quello fisico.

L'educazione fisica ha di mira essenzialmente la salute del corpo e il vigore dei muscoli, ossia il benessere fisiologico; ma pure si riflette anche sull'educazione dello spirito, e sulla elevazione intellettuale e morale della gioventù; cosicchè tanto l'educatore del vigore fisico quanto quello dello spirito si propongono il miglioramento dell'individuo e della razza.

Fig. 577. – La corsa.

Fig. 578. – Campeggio alpino.

L'educazione fisica fu sempre tenuta in grande conto da quei popoli che ebbero forte il senso della *euritmia*, vale a dire soprattutto dai Greci e dai Romani (figg. 575, 576). Però mentre i popoli ellenici, cultori soprattutto della bellezza, mirarono con l'istituzione dei giuochi olimpici a fortificare la gioventù affinchè il corpo umano raggiungesse quella plastica delle forme che l'arte riprodusse negli immortali capolavori, i Romani, popolo guerriero e conquistatore, mirarono piuttosto a far sì che i giovani divenissero robusti e atti a sopportare ogni fatica e ogni disagio a scopo militare.

Oggi il Fascismo, dopo un lungo periodo di trascuratezza degli anni precedenti ad esso, ha ripreso la tradizione romana, e tutto un programma di riforme e di provvedimenti è in atto allo scopo di creare una gioventù nuova, salda nei muscoli e nel cuore, temprata alla scuola della fatica e del disagio, del coraggio e dell'audacia.

Al pari degli antichi *Ginnasi* sono stati creati edifici appositi per gli esercizi ginnastici, ma modernamente attrezzati. Essi consistono in uno *stadio* o pista per corse a piedi, giuochi sportivi, esercizi collettivi, con palestre interne, piscine per bagni e nuoto, sale per pattinaggio, reparti per il giuoco del tennis, ecc. Il *Littoriale* di Bologna è un modello del genere, essendo provveduto anche di un ambulatorio medico per l'assistenza e per l'esame scientifico di tutti quei problemi che interessano la fisiologia dell'organismo, in relazione agli sforzi da questo compiuti negli esercizi ginnici e alle norme igieniche che se ne devono trarre.

La ginnastica razionale evita tutto quello che può riuscire eccessivo e dannoso, e mira allo sviluppo armonico degli organi e a dare all'organismo agilità e

Fig. 579. Ascensioni alpine

destrezza, prestanza e vigore. Essa sviluppa i muscoli, amplia il torace, attiva la circolazione del sangue, elimina rapidamente le scorie inutili e i veleni, rinnova le energie. E tutto questo tenendo conto delle differenze di età e di sesso e delle attitudini individuali; cosicchè ciò che si richiede ad un ragazzo o ad una giovane non è lo stesso che può essere compiuto da un giovane nel pieno vigore degli anni, o da un adulto.

Esercizi individuali o collettivi; esercizi di atletica leggera (come lancio del disco e del giavellotto); addestramento alla corsa (fig. 577), al salto, al nuoto, al canottaggio, alla lotta, all'equitazione; gare di *foot-ball* e palla-canestro, tennis, gare su gli attrezzi, marce podistiche, ecc., si compiono diuturnamente sotto la guida di esperti maestri.

Ma oltre alla ginnastica razionale, esercitata anche individualmente (*ginnastica da camera*, che dovrebbe essere assai più diffusa), la gioventù italiana viene educata all'amore per la vita sana all'aperto (fig. 578), premiata per le gare di sci, incitata alle ascensioni alpine (fig. 579), ai viaggi e alle crociere per mare.

Tutto ciò che è pigrizia, torpido languore, facile abbandono alle viete consuetudini, perditempo inutile e spesso dannoso alla vita morale perchè propenso a generare scetticismo ed egoismo, sfiducia in se stesso e apatia e indifferenza per tutto ciò che la vita moderna ha in sè di urgente e di incalzante; la vita in ambienti chiusi e poco igienici; ogni causa di debilitazione deve essere evitata; la soverchia fatica intellettuale dei giovani soppressa, giacchè nulla è più da temersi che uno sforzo intellettuale eccessivo in quella età nella quale si sviluppano e si consolidano gli organi, e tutto chiama alla gioia di vivere e al bisogno della integrità fisica per apprestarsi a sostenere e a superare vittoriosamente le future lotte della vita.

Le insidie della vita sociale sono molte e occorre sventarle senza indugi e senza pietà. Per raggiungere questi scopi occorre anche qui l'azione dello Stato; poichè se è vero che alcuni sono portati per natura ad amare il moto e lo sport; se è vero pure che è istintivo nei giovani il bisogno di correre, di agire, di distrarsi coi giuochi, è anche vero che è insito nei più un senso di resistenza a tutto ciò

Fig. 580. – Il premio ambito.

che può essere sforzo e può costar fatica, e un senso di ribellione a tutto ciò che è disciplina, ossia costrizione della volontà individuale a vantaggio di una volontà collettiva.

In questo senso l'educazione fisica è necessaria perchè diventa anche educazione del carattere, educazione della volontà, dello spirito di sacrificio, coordinazione dei propri atti, coscienza della propria responsabilità, desiderio di emulazione, generosità nelle proprie azioni, virtù di superamento di se stesso (fig. 580).

La *Gioventù Italiana del Littorio* (G.I.L.) è, fra le istituzioni create dal Fascismo, quella che veramente integra la scuola e la vita.

Parassiti dell'uomo.

Abbiamo già visto nella parte descrittiva diversi parassiti dell'uomo, occupandoci anche del loro sviluppo e del modo di trasmissione. Vogliamo ora riassumere quanto si è detto sull'argomento, aggiungendo qualche altra notizia particolare.

Fra i Protozoi (Classe Sarcodini) alcune **Amebe** sono parassitarie dell'uomo. Fra queste l'*Amoeba coli* vive parassita dell'intestino, nel quale produce lesioni più o meno gravi, e talora catarro sanguinolento.

La malattia detta *amebiasi* non è mortale, ma deve essere curata in tempo, non appena si è certi della presenza del parassita nelle feci. Il parassita non è indigeno, ma fu importato in Europa dall'Africa e dai paesi a clima caldo tropicale, nei quali è assai diffuso. Possono essere causa di diffusione del parassita essiccato il vento e le mosche.

Fra i *Protozoi Flagellati*, ai **Tripanosomi** parassiti dell'uomo appartengono a tre specie diverse, delle quali nessuna è propria dei paesi europei.

Il *Tr. Gambiense* e il *Tr. Rhodesiense* sono causa della *malattia del sonno*, e vivono nell'Africa centrale e meridionale. Il *Tr. Cruzi* è causa della malattia di *Chagas* (leggi *Ciágas*) malattia assai grave diffusa nel Brasile. I Tripanosomi risiedono nel sangue e vengono trasmessi all'uomo da alcuni insetti fra i quali le mosche (*Glossina morsitans*) e le zanzare.

Altri Flagellati sono le **Leismanie**, causa della *leishmaniosi* o *febbre nera*, di cui la più nota è il *Kala-azar* propria delle Indie, ma comparsa anche da noi in Sicilia, Sardegna, Abruzzi e Liguria. Questa malattia produce deformazioni ed emorragie cutanee e anemia intensa con esito talora benigno, talora mortale. In Sicilia non è infrequente anche il *Bottone d'Oriente*, altra malattia dovuta allo stesso genere di parassita, ma meno grave e che può essere provocata da punture di insetti (pulci, zecche, zanzare, pappataci) che la trasmettono da cani infetti.

Fra i *Protozoi Infusori*, il *Balantidium coli* è causa di dissenteria e di enteriti, specie nei contadini e macellai.

Vermi. – Fra i *Platelminti Trematodi* il **Distoma epatico** produce nell'uomo ipertrofia del fegato, febbre irregolare, e altri sintomi. Di questo verme e del suo ciclo biologico dicemmo già nella parte descrittiva. Così pure parlammo delle **Tenie** e del loro sviluppo. La *Taenia solium* o *Verme solitario* può essere introdotta nel corpo umano mangiando carne di maiale «panicata»; la *Taenia saginata*, mangiando carni di bue. L'infezione può anche passare inavvertita per molto tempo e la diagnosi può farsi talvolta casualmente osservando nelle feci linee biancastre corrispondenti alle proglottidi.

Altra Tenia è la *T. echinococcus*, una piccola tenia di cui l'uomo può infestarsi per mezzo di erbe, di frutta, o dal contagio di cani ammalati. Il suo cisticerco invade specialmente il fegato ed i polmoni. Altra Tenia è il *Botriocefalo*, lunga 8, 9 metri, con lo scolice foggiato a mandorla, privo di uncini e fessurato. L'infestione può avvenire mangiando carni di alcuni pesci (lucci, trote), ed è perciò frequente a verificarsi nelle regioni dei Laghi (Piemonte, Lombardia).

Ai *Nematodi* appartengono l'*Ascaride*, gli *Ossiuri*, la *Trichina*.

L'Ascaride è parassita dell'intestino specie dei ragazzi e ad esso aderisce mediante la testa munita di tre labbra. Il Verme somiglia ad un Lombrico nell'aspetto esterno; produce uova con guscio esternamente ondulato che inquinano il terreno, l'acqua, e di qui passano nel corpo umano.

L'Ossiuro è un vermiciattolo bianco che si riscontra nelle feci dei fanciulli infetti da questo parassita, e si nota per i suoi vivaci movimenti che compie non appena messo fuori.

Ricordiamo ancora l'**Anchilostoma duodenale**, verme di color bianco rossiccio, causa dell'*anemia dei minatori*, prodotta in seguito a emorragie dovute a ulcerazioni intestinali provocate dal Verme. In seguito alle norme suggerite dalla disciplina del lavoro e alle cure prese, questa malattia è oggi combattuta efficacemente, sebbene essa sia ancora assai diffusa specie fra le classi agricole.

Altro verme parassita è lo **Strongilo gigante** (*Eustrongylus gigas*), Verme lungo circa un metro, sottile, cilindrico, che può essere trasmesso da bovini o altri animali domestici.

La **Trichina** va facendosi sempre meno frequente in seguito all'attenta vigilanza veterinaria, e in Italia si può dire oggi assai rara.

Le **Filarie** infestano le regioni dell'Asia e dell'Africa.

Acari. – Due sono principalmente gli Acari parassiti dell'uomo: il *Demodex folliculorum* che produce la *scabbia demodettica*; e il *Sarcoptes scabiei* che produce la comune «*rogna*». Il primo si annida nelle ghiandole sebacee della pelle, specie della faccia, guancia e fronte, dove produce punticini neri sotto i quali vive il parassita che produce però solo un danno.... antiestetico. Il secondo scava gallerie sotto la pelle, specie dove è più sottile (spazi interdigitali, pieghe ascellari, ecc.). La malattia era frequente tra i fornai, per cui si riteneva *malattia professionale*, mentre in realtà la professione non aveva niente a che fare, derivando piuttosto dall'uso di far dormire gli operai entro gli stessi locali dove si lavora il pane; e infatti, abolito il lavoro notturno, dalle ore 21 alle 4, la malattia è andata rapidamente scomparendo tra i lavoratori del pane.

Insetti. – Tra gli Insetti ricordiamo i **Pidocchi**, dei quali il *Pediculus capitis* vive nel cuoio capelluto e depone le uova (*lendini*) alla base dei peli, e il *Pediculus vestimenti*, più grande del precedente, che depone le uova sui vestiti e a contatto diretto con la cute dove fa più caldo. Il primo è specialmente pericoloso perchè col grattarsi, in seguito al prurito prodotto (ciò che i ragazzi infestati fanno facilmente), si possono produrre escoriazioni che aprono la via ad infezioni.

La **Pulce** è trasmettitrice eventuale della peste bubbonica e di altre malattie. È un comune parassita che depone le uova nella biancheria sporca, nelle fessure dei pavimenti, nei materassi.

La Mosca domestica. – Contro questo Insetto si fa oggi una lotta ad oltranza, e ben a ragione, giacchè la mosca, posandosi su tutto, trasporta facilmente con sè germi infettivi, come quelli del tifo, del colera, del carbonchio, e di altre malattie. Questa lotta si fa con mezzi diversi: con *veli di garza* stesi su gli alimenti quando sono esposti al pubblico dai rivenditori; con *reti metalliche* poste alle finestre di cucine collettive, di alberghi; con carte coperte di *vischio* o recipienti di vetro contenenti un liquido zuccherino entro cui le mosche annegano; con le *razzie* fatte con fiori polverizzati di *Piretro* (*Crysanthemum*), con preparati chimici diversi (*antimiol*, *flit*, ecc.). È fatto obbligo di tenere coperte le immondizie dove le mosche vanno a deporre le uova; e altri molteplici provvedimenti vennero stabiliti nella Legge sanitaria del 27 luglio 1934.

Ricordammo già la *Mosca tsè-tsè* dell'Africa tropicale.

Oltre alle già note *Zanzare* del genere *Anofele*, ricordiamo qui il **Phlebotomus pappatasii** che produce con la sua puntura la *febbre dei pappataci*.

La febbre si inizia con brividi improvvisi; sale fino a 40°-41° per 10-12 ore, e si accompagna a cefalea, dolori muscolari, nervosi, e talora nausea, vomito e diarrea. Si allontanano i flebotomi mediante fumigazioni a base di formalina.

Dai *Pappagalli* può essere trasmessa all'uomo la *psittacosi* che si manifesta con sintomi press'a poco uguali a quelli della febbre tifoidea.

Infine non poche sono le infezioni cui possono dare origine i *Topi* sia direttamente sia indirettamente.

Le malattie infettive.

Un po' di storia. – Prima di arrivare a scoprire la causa vera di certe malattie, le più strane credenze e le più fantastiche supposizioni erano diffuse fra i popoli. Si riteneva che influissero l'atmosfera, il vento, l'umidità, l'azione diretta del sole, l'influsso della luna e di astri maligni, l'azione delle streghe, degli *untori*, ecc. Pregiudizi, superstizioni, ignoranza, facevano dell'arte medica un insieme di falsità e di empirismi, se non anche di imposture. Ma a porre fine a questo falso e sciocco indirizzo cooperarono alcune menti elette, che, con l'osservazione e l'esperimento, aprirono la via alla verità e con le loro scoperte crearono il metodo scientifico oggi divenuto patrimonio indistruttibile della mente umana. Fra questi precursori, gli Italiani furono soprattutto all'avanguardia. Già il REDI (1626-1694), contro la credenza comune che le mosche nascessero dalle carni in via di decomposizione, dimostrò con una semplice ma altrettanto positiva esperienza, che la nascita di questi insetti era dovuta alle uova da altre mosche simili deposte precedentemente nella carne. Più tardi lo SPALLANZANI (1729-1799) insorse contro la teoria della *generazione spontanea*, affermando che gli animaletti che si trovano nelle infusioni di sostanze organiche (come fieno o piante o semi messi nell'acqua) non provengono affatto da queste sostanze, ma da uova o da germi viventi precendentemente contenuti in questi infusi.

Lo SPALLANZANI andò più oltre in questo campo di ricerche, tanto che il suo genio ha del divinatore. Infatti non solo dimostrò sperimentalmente che questi germi possono essere uccisi dal calore (concetto moderno della *sterilizzazione*), ma che certe sostanze chimiche (oggi diremmo *disinfettanti*) possono nuocere e impedire lo sviluppo di essi; che fra gli *animaletti infinitamente piccoli* si verifica una lotta incessante per la vita (*concorrenza vitale*), e talché che la decomposizione delle sostanze organiche (*fermentazione e putrefazione*) doveva essere prodotta dai microorganismi stessi. Di qui al concetto che a microrganismi fosse dovuta anche la causa di molte malattie non c'è che un passo.

AGOSTINO BASSI (da Mairago, nel Lodigiano) vissuto fra il 1773 e il 1856, dedicatosi allo studio delle malattie del baco da seta, del colera, della pellagra, del vino, ecc., dimostrò che la nota malattia detta *calcino* del baco da seta poteva essere trasmessa da un baco malato ad uno sano semplicemente toccando con la punta di un ago il dorso di un baco infetto, e successivamente con la punta del medesimo ago il dorso di un baco sano. Il germe infettivo veniva così infatti ad essere trasmesso per *contagio*.

Intanto, mentre in Francia LUIGI PASTEUR (1822-1895) acquisiva definitivamente alla scienza le sue meravigliose scoperte sul *carbonchio* e sulla *rabbia*, l'idea di combattere le malattie infettive con la *vaccinazione* aveva avuto il suo

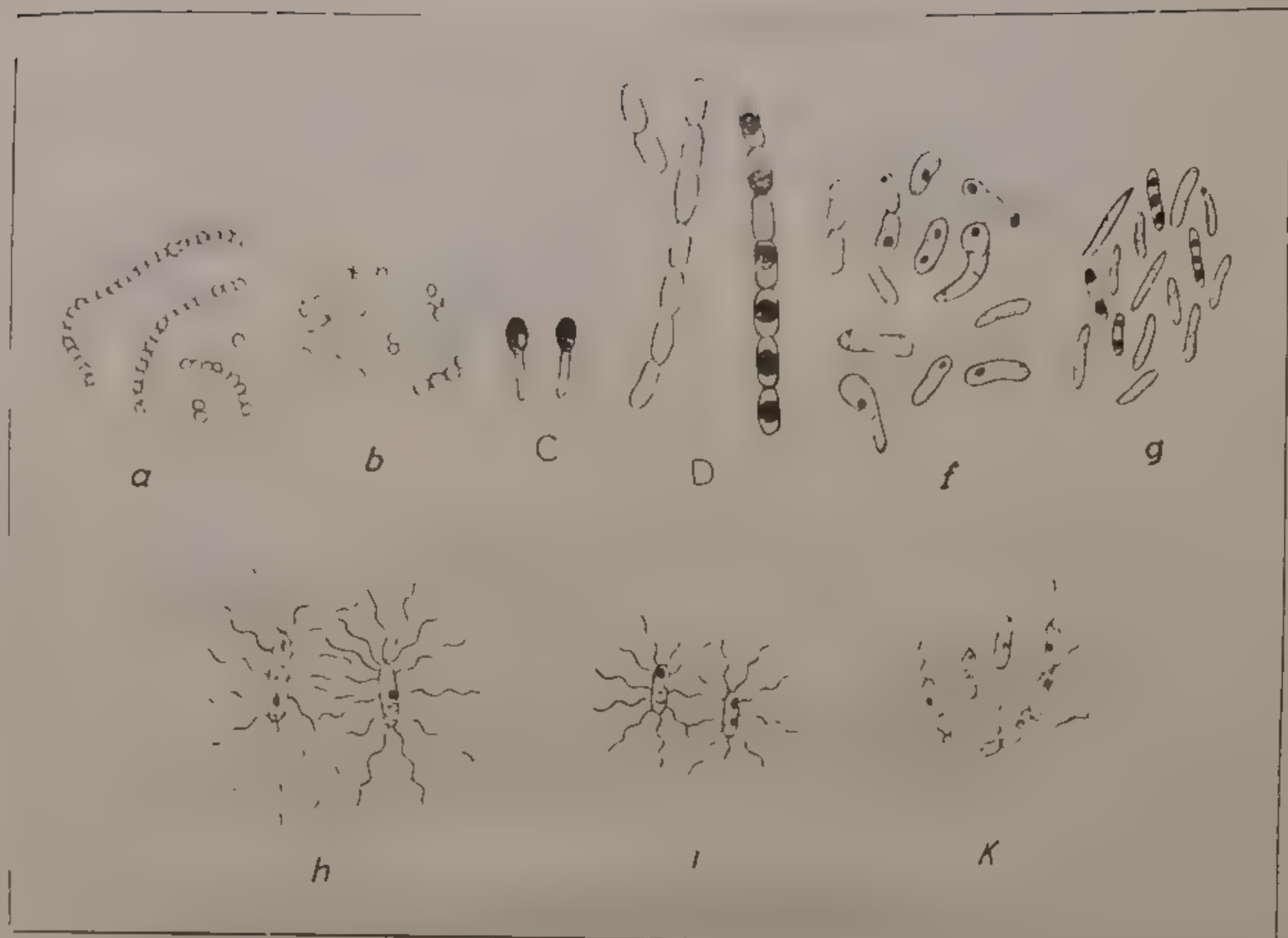



Fig. 581.

a) streptococchi della risipola; *b*) micrococchi del pus; *c*) bacilli del tetano; *d*) bacilli del carbonchio; *f*) bacilli della difterite; *g*) bacilli della tubercolosi; *h*) bacilli del tifo; *i*) bacilli del colon; *k*) vibrioni del colera.

precursore in un altro italiano, EUSEBIO VALLI, che fu vittima della febbre gialla nel corso delle sue esperienze all'Avana nel 1816. Ma la gloria della scoperta della *vaccinazione contro il vaiuolo* doveva toccare ad EDOARDO JENNER nato nel 1749 in Inghilterra. Intanto si faceva sempre più concreto il concetto della *immunizzazione naturale*, e aumentavano le conoscenze sull'azione specifica esercitata dalle diverse specie di batteri. Sorgeva così, soprattutto per l'opera coordinata e sapiente di ROBERTO KOCH, tedesco, (1843-1910) la scienza nuova detta *Microbiologia* o *Bacteriologia*.

La causa delle malattie infettive. – Rimane così accertato che la causa di una malattia infettiva è da ricercarsi in un microrganismo o *microbo specifico*. Infatti esaminando al microscopio il sangue di un animale bovino, morto ad es. per *carbonchio*, si osservano i *bacilli* del carbonchio in esso contenuti, e se si coltiva artificialmente uno di tali bacilli esso si riproduce attivamente. Ottenuta così la *coltura pura* del bacillo entro appositi tubi di vetro, se si inietta un poco di questa coltura sotto la pelle di una cavia, si riproduce il carbonchio che la uccide. E così avviene per altre malattie: difterite, colera, tubercolosi, meningite, ecc.

I microrganismi più semplici sono costituiti da *una cellula* con *membrana* e *protoplasma*; ma senza *nucleo* apparente. La loro forma varia, potendo essere *sferica*, *cilindrica*, *spirale* (fig. 581).

I microorganismi sferici sono chiamati *cocchi* (da *coccus* = *granellino*), e si dà a loro più propriamente il nome di *stafilococchi* se riuniti fra loro come i chicchi di un grappolo d'uva; di *diplococchi* se riuniti due a due; di *streptococchi* se disposti come i grani della catenella di un rosario. *Bacilli* sono detti i microrganismi a forma di bastoncini, *vibrioni* se a forma di bastoncini ricurvi; *spirilli* se a spirale.

Alcuni fra questi microrganismi sono immobili, altri mobilissimi. La loro riproduzione avviene per *scissione*, talora rapidissimamente, e in alcuni bacilli per *spore*; con la formazione cioè, entro il loro corpo, di una piccola sfera protoplasmatica capace di generare nuovi bacilli.

L'esame microscopico dei microbi esige forti ingrandimenti (da più di 500 volte a più di 3000 volte)

Di alcune malattie infettive però non si conoscono i relativi bacteri, ma esse si ritengono dovute ai così detti *virus filtrabili*.

Come può avvenire una infezione. — I microbi si trovano da per tutto, nell'aria, nel terreno, nell'acqua, ovunque. Essi possono quindi penetrare nel nostro organismo sia per mezzo delle vie respiratorie, sia per mezzo degli alimenti, sia per mezzo del contagio, sia per mezzo di lesioni, anche minime, della pelle e delle mucose.

Prevalentemente il bacillo della tubercolosi, entra per le vie respiratorie; per ferite sporche di terra, prodottesi nella pelle, il bacillo del tetano; con gli alimenti e l'acqua il bacillo del tifo e del colera; per contagio quello della peste; ma è difficile stabilire nei casi particolari la vera via di ingresso del germe infettivo.

La difesa contro i bacteri patogeni. — Sulla difesa che l'organismo oppone all'assalto dei microbi diremo fra breve. Per ora ricordiamo che si ricorre ai disinfettanti quando si vuole esercitare un'azione preventiva.

I *disinfettanti* sono di varia natura, e possono distinguersi in *naturali* e *artificiali*. Fra i primi ricordiamo la *luce*, la *temperatura*; fra i secondi il *calore* (*fiamma*, *vapore acqueo soprariscaldato*), il *freddo*, il *radio*, *varie sostanze chimiche*.

I *raggi solari* esercitano una intensa azione bactericida. La *temperatura* agisce in natura, più che come disinfettante vero e proprio, come sussidiario di altri agenti nocivi, giacchè alcuni bacteri resistono assai bene a temperature molto alte o molto basse.

Il calore ottenuto, sia con la fiamma, sia con l'acqua riscaldata fino alla ebollizione, sia con il vapore soprariscaldato e compresso (*autoclavi*, *stufe* apposite), ha forte potere sterilizzante.

Fra i disinfettanti chimici molto usati sono gli acidi comuni: *cloridrico*, *solforico*, *nitrico*, l'*acqua ossigenata*, l'*alcool*, il *cloruro di calce*, l'*idrato sodico*, il *sublimato corrosivo*, l'*acido fenico*, l'*ozono*, l'*anidride solforosa*, il *cloro*, la *formaldeide*.

Per la sterilizzazione dell'acqua si usano anche le così dette *candele filtranti*, costituite da caolino o porcellana finissima, che trattengono nei loro pori le varie sostanze di inquinamento.

Provvidenze di carattere statale. — Per la difesa generale e speciale contro le malattie infettive è necessaria una organizzazione profilattica vasta, uniforme, coordinata, che non può essere svolta se non da Uffici, Istituzioni, Leggi e provvedimenti appositi. Il Governo Nazionale possiede oggi questa organizzazione che si manifesta non solo con l'applicazione di mezzi preventivi (igiene urbana e ru-

rale, irrobustimento dell'organismo, educazione fisica, sports, colonie profilattiche, scuole all'aperto, Opera Balilla, vaccinazione obbligatoria), ma anche di mezzi repressivi (isolamento dei malati contagiosi, disinfezioni pubbliche).

A Roma, presso il Ministero dell'Interno vi è un Ufficio centrale principale: *Direzione Generale della Sanità pubblica*, inaugurato dal Duce il 21 aprile 1934 e ammirato anche dagli stranieri per la sua grandiosità e modernità di realizzazioni scientifiche e pratiche. Ma non si conta il numero delle Colonie montane e marine, delle Case di cura, degli Ospedali, ecc., come si dirà meglio parlando di alcune fra le più gravi malattie infettive quali, ad esempio, la tubercolosi.

Immunità. Sieroterapia.

Come si difende l'organismo da questi bacteri? Anzitutto con la *fagocitosi* esercitata dai leucociti. Abbiamo visto che i *leucociti* sono cellule con uno o più nuclei e protoplasma granuloso (se ne distinguono diverse varietà), dotati di movimenti *ameboidi*, come si può vedere guardando una goccia di sangue estratta da un vaso e riscaldando a 35° 40° il vetrino portaoggetti che poggia sul piatto del microscopio. Essi possono passare dl sangue agli interstizi dei tessuti, perforando coi loro *pseudopodi* la parete interna delle più piccole vene; e questo passaggio può divenire tumultuario nei tessuti che siano in preda ad una forte irritazione infiammatoria per opera dei bacteri, come nelle suppurazioni e negli ascessi. Una volta effettuato questo passaggio o attivamente o forse per *chemiotassi* (attrazione esercitata dalle sostanze chimiche) essi inghiottono, come le amebe, i microbi, li digeriscono e li dissolvono; e questa azione fu chiamata molto opportunamente *fagocitosi* (da φαγεῖν = mangiare e κύτος = cellula; onde *fagociti*, ossia mangiatori di cellule, col quale nome vengono anche chiamati i leucociti).

Se noi ci facciamo una ferita incidentalmente nella pelle e ne esca il sangue, i germi infettivi che si trovano nell'aria possono penetrare nella ferita, e, trovandosi in ambiente adatto, si sviluppano rapidamente, iniziando la loro opera di distruzione dei tessuti. I leucociti allora accorrono sul luogo dove i bacteri sono presenti; li aggrediscono, li inglobano, li mangiano. Una lotta si inizia fra i bacteri da una parte, che si riproducono rapidamente, e i leucociti dall'altra, che li distruggono [1]. Questa lotta finirà però con esito diverso perchè o i bacteri hanno il sopravvento o vincono i leucociti. In quest'ultimo caso l'infezione è vinta; ma se hanno il sopravvento i bacteri, essi si inoltrano nella corrente sanguigna e linfatica e giungono così ai *gangli* linfatici. Qui la lotta si fa più intensa; noi sappiamo infatti che i gangli linfatici sono pieni di leucociti e la loro azione diventa perciò più serrata. Ma anche qui una delle due: o vincono i leucociti o vincono i bacteri. Supponiamo che vincano questi ultimi, allora essi procedono ancora, si vanno a installare nei tessuti specifici per i quali hanno grande affinità come, ad es., il bacillo del tetano per gli elementi del sistema nervoso centrale,

[1] I leucociti che soccombono nella lotta formano il *pus* o marcia che consegue ad un processo infettivo.

e la malattia si sviluppa. Ma credete voi che l'organismo rinunci e non abbia più poteri di difesa? Tutt'altro. La lotta si fa anzi più forte, perchè entrano in azione questa volta non solo i leucociti, ma il sangue stesso, il quale moltiplica i suoi mezzi di difesa, che già del resto si erano in parte manifestati al principio della infezione, come ora si dirà.

L'esito finale può essere anche qui naturalmente diverso; o l'organismo resiste e l'individuo sopravvive o non resiste e muore.

Ma se resiste si verifica allora una cosa meravigliosa: l'organismo è diventato *immune* per quella data malattia (immunità *acquisita*). Vi è infatti anche una immunità *naturale*, ossia una refrattarietà naturale dell'organismo a contrarre, per ragioni specifiche non ben note, una data malattia. La teoria fagocitaria sopraddetta, che noi abbiamo voluto descrivere con un po' di colorito... drammatico, non è la sola che cerchi di spiegare il fenomeno della immunità. Vi è anche infatti la *teoria umorale*, che ripone negli umori interni dell'organismo, e soprattutto nel sangue, la capacità di difesa.

Infatti *anche il sangue (siero) uccide i batteri patogeni* e questo costituisce un mezzo naturale di difesa ancor più forte di quello della fagocitosi.

Il sangue possiede nel plasma delle sostanze, cui fu dato dapprima il nome di *alessine* (sostanze da difesa), le quali hanno questo potere, e che sono anche *specifiche*: così il sangue umano contiene *alessine* efficaci contro i batteri del tifo e del colera, mentre agisce con minore efficacia sugli *stafilococchi piogeni* (affezioni settiche che hanno origine soprattutto da lesioni della pelle o delle mucose) e non ha alcuna azione sugli *streptococchi* (i più comuni agenti delle forme setticemiche) e sui bacilli della difterite e del carbonchio.

Queste sostanze di difesa, dette anche *anticorpi*, e che compaiono allorchè l'organismo è colpito da una determinata infezione, esercitano la loro azione antagonistica sui germi dell'infezione o sui loro prodotti tossici in diverso modo; esercitando cioè proprietà *dissolventi, agglutinanti, precipitanti, antitossiche*. Essi *dissolvono* infatti le emazie del sangue, i microbi, gli elementi anatomici. Così le emazie di coniglio si sciolgono nel siero di sangue di uomo; il siero delle scimmie antropomorfe scioglie i batteri come fa quello dell'uomo. Hanno proprietà *agglutinanti*, cioè agglutinano i globuli rossi di un animale di un'altra specie o i microbi, come fa il siero antidifterico per i bacilli di Löffler o della difterite, o il sangue di tifoso che agglutina i bacilli del tifo (su ciò è basata la *sierodiagnosi del tifo*) [1].

Hanno proprietà *precipitanti*. Infatti il siero di coniglio dà un *precipitato* quando venga trattato con siero diluito di uomo o di scimmia antropomorfa e su questa

[1] I globuli rossi del sangue di una specie animale possono essere agglutinati anche dal siero di sangue di un individuo della stessa specie. Nei casi di trasfusione del sangue questo fatto può portare conseguenze gravissime. Oggi però si è visto che ciò accade quando il sangue del donatore non appartiene allo stesso gruppo sanguigno di colui che lo riceve. Nella razza umana si hanno 4 gruppi sanguigni determinabili coi processi della agglutinazione o non agglutinazione, e siccome si può in questo modo vedere a quale gruppo appartiene il sangue del donatore, così prima di procedere alla trasfusione del sangue si fa l'esame del sangue, valendosi di sieri che si prelevano da soggetti già controllati e che si vendono in commercio. Se indichiamo i 4 gruppi sanguigni con A, B, AB e 0 (zero) l'esame si fa in questo modo: su di un vetrino portaoggetti si mette una goccia di siero A e una di siero B (già controllati) e si fa cadere una goccia del sangue da esaminare sul siero A e una sul siero B. Allora se il sangue da esaminare è agglutinato dal siero A appartiene al gruppo B, se dal siero B appartiene al gruppo A, se dal siero A e B appartiene al gruppo AB,

reazione si fonda la *reazione biologica* per distinguere il sangue d'uomo da quello di altri animali.

Ma ciò che è meraviglioso, come si è già detto, si è che il sangue di quegli individui che hanno superato una data malattia infettiva, conserva le sue proprietà *alessiniche*, vale a dire si modifica nel senso che *ha acquistato una maggior resistenza all'azione dell'agente infettivo*, ossia è diventato *immune* per quella data malattia. Inoltre il BEHRING dimostrò che il siero di sangue di un individuo divenuto immune per una data infezione, iniettato in dosi sufficienti in altro individuo colpito dalla infezione, è capace di trasmettere ad esso l'*immunità*. Su questi principii teorici e sperimentali si basa oggi in medicina il modo di curare la maggior parte di quegli ammalati da infezioni (*Immunoterapia e Sieroterapia*), sebbene con qualche riserva, trovandoci ora in un periodo di revisione critica [1].

Immunoterapia. – Essa può essere ***attiva* o *passiva*.**

Attiva quando cerca di risvegliare o attivare nell'organismo la produzione di *anticorpi* o comunque uno stato di resistenza mediante la inoculazione di *antigeni* specifici (bacteri, tossine bacteriche, virus). Si ha così la *vaccinazione preventiva*.

Passiva quando trasmette passivamente nell'organismo sostanze immunizzanti ottenute da altri animali artificialmente immunizzati (*sieroterapia*).

Vaccinazione. – Si inocula il *vaccino* (termine usato originariamente per il *pus* del vaiuolo) allo scopo preventivo di creare nell'organismo uno stato di resistenza, di *immunità attiva* contro l'infezione dalla quale è minacciato.

I vaccini sono costituiti da sostanze bacteriche o contenenti *virus* specifici (vaiolo), debitamente attenuati, che hanno funzione di *antigene*, cioè provocano nell'organismo delle reazioni che praticamente si risolvono in una resistenza contro l'infezione stessa. Il *vaccino del vaiolo* è il pus delle pustole vacciniche.

La vaccinazione ha quindi valore profilattico (da *pro-philaxis* = preservazione), preventivo. L'effetto non è immediato, ma occorre un certo tempo perchè l'immunità si stabilisca.

Sieroterapia. – Con la sieroterapia si introducono nell'organismo infetto sostanze *antagonistiche* per l'agente infettante per combatterlo, e sostanze *antitossiche* per neutralizzare i veleni, e quindi è meglio usata la *sieroterapia* nelle malattie infettive a carattere essenzialmente tossico (tetano, difterite); invece nelle malattie nelle quali le tossine non si diffondono fuori del corpo bacterico se non dopo la sua morte (tifo, paratifo, colera) vale meglio la vaccinoterapia.

Sieri. Come si preparano i sieri. – Trattando animali adatti, preferibilmente cavalli, con dosi progressive di sostanza bacterica o di tossine bacteriche, cioè a dire dei liquidi di coltura, privati, per filtrazione attraverso candele porose, dei

se da [illegible] del [illegible], appartiene al gruppo zero. In quest'ultimo caso esso appartiene a un così detto *donatore universale*, e può quindi essere utilizzato, altrimenti si utilizzerà solo quello di quell'individuo che appartiene allo stesso gruppo sanguigno di chi deve riceverlo. Lo studio di questi gruppi sanguigni ha ricevuto un grande impulso oggi essendosi dimostrati utili anche in altri casi: riconoscimento dei criminali, ricerca della paternità, identificazione di gruppi umani. Esso si deve al Prof. LANDSTEINER dell'Istituto Rockefeller.

(1) Una parte attiva nella difesa dell'organismo prendono anche gli organi linfatici dell'organismo e particolarmente le cellule del così detto *sistema reticolo-endoteliale* che si trova un po' dovunque esista tessuto connettivo (ma specialmente localizzato nella milza e nel midollo osseo); queste cellule eserciterebbero anch'esse una azione di fagocitosi e produrrebbero contravveleni.

corpi bacillari, e in cui restano disciolte le esotossine secrete dai microorganismi, si ottengono i *sieri* che si conservano poi in fialette chiuse. Questi sieri possono essere *antitossici* e *antibacterici*.

Antitossici se il siero è stato preparato immunizzando l'animale con le tossine batteriche: così il siero antidifterico, antitetanico, antistafilococcico, e allora agisce per il suo contenuto in antitossine specifiche che neutralizzano le relative tossine.

Antibacterici se il siero è stato preparato con ripetute iniezioni di batteri prima uccisi al calore e poi vivi. Così i sieri contro gli streptococchi, pneumococchi, meningococchi. Però questi sieri sono più difficili a controllarsi e poi sono strettamente *specifici* cioè non sono contro, per es., il bacillo della meningite, ma contro quella *data specie* di bacillo della meningite.

LUIGI PASTEUR

Luigi Pasteur.

Nacque a Dole, nel Jura, nel 1822, e morì a Villeneuve, l'Etang non lungi da Parigi, nel 1895.

Durante i primi venti anni della sua vita il suo passatempo favorito fu la pittura. Poi si innamorò della chimica e si dette allo studio dei cristalli dell'acido tartarico, e ciò lo condusse alla prima grande scoperta, cioè dell'esistenza di quattro specie di acido tartarico (destro e levogiro, racemico e mesotartarico).

Insegnante prima all'Università di Strasburgo e poi a quella di Lilla, fu in questa città che egli iniziò i suoi studî sui microbi e sulle fermentazioni. Gli industriali del luogo ottenevano dallo zucchero di barbabietole, alcool, per fermentazione, senza però sapere naturalmente in che cosa questa consistesse; ma accadeva spesso che non si producesse alcool e si formasse invece una massa grigia mucillaginosa, di che ne chiesero conto al Pasteur. Il Pasteur, prelevata un poco di questa mucillagine, la esaminò al microscopio e scoprì i bacilli causa della fermentazione dello zucchero in acido lattico. Egli pensò allora di fare delle colture di questi bacilli, iniziando così il sistema delle *colture artificiali* dei microbi. Poi spiegò il perchè della fermentazione dello zucchero in alcool nel vino, allargando il concetto della fermentazione anche ad altre sostanze che si decomponevano per opera di fermenti sia aerobi che anaerobi. A Parigi iniziò le sue celebri esperienze destinate a combattere l'idea che i microbi si originassero dalle sostanze organiche per *generazione spontanea*. Scoprì la causa della malattia nota col nome di *pebrina*, nel baco da seta, dovuta al *Nosema bombicis* (protozoo).

Convinto sempre più che i microbi fossero la causa delle malattie infettive ne ebbe conferma dalla scoperta del Koch sulle spore del carbonchio e sul bacillo della tubercolosi; ma a lui spetta il merito di aver cercato di combattere tali malattie realizzando la *vaccinazione anticarbonchiosa* e iniziandone la cura basata sulla *immunizzazione* con l'inoculazione del vaccino attenuato.

Celebre la sua scoperta del *virus antirabico*.

Poichè i metodi per la riproduzione della rabbia, consistenti nella inoculazione di saliva rabica sotto la pelle, apparvero dapprima molto incerti, il Pasteur, sapendo che il *virus* rabico ha una affinità elettiva per il sistema nervoso centrale, pensò di introdurre un

nuovo metodo di esperimento inoculando poltiglia di cervello o di midollo spinale di un animale morto per rabbia a diretto contatto col cervello dell'animale da esperimento, anzichè sotto la pelle. Infettò così in serie uno dopo l'altro un gran numero di conigli riuscendo ad ottenere un *virus* che produceva costantemente la rabbia dopo un periodo di incubazione di una settimana e che egli chiamò *virus fisso*. In tal modo giunse alla scoperta della *vaccinazione antirabica*. Infatti potè trovare, dopo molti studi e ricerche, un modo pratico per *attenuare* il virus, sottoponendo il midollo spinale di conigli rabbiosi ad essiccamento su potassa alla temperatura di 20-22° e in presenza di ossigeno, per un tempo più o meno lungo, e ottenne una serie di midolli a virulenza crescente che inoculò in cani da esperimento. Questi cani vaccinati furono poi infettati con virus naturale ma resistettero tutti.

Si trattava ora di passare all'esperimento sull'uomo. Il primo a essere sottoposto alla vaccinazione antirabica fu, come è noto, un piccolo alsaziano, Joseph Meister (6 giugno 1885) che era stato morsicato in quattordici punti da un cane arrabbiato. Pasteur esitava da prima, ma poi si decise, e il giovane Meister passò per quattordici iniezioni senza nessun disturbo, dovendo solo sopportare una leggera puntura sotto alla pelle. E guarì. Da allora la cura antirabica si diffuse per il mondo e il nome di Pasteur divenne celebre. Nel 1892 per il suo settantesimo compleanno, gli furono rese solenni onoranze. Nel suo discorso, rivolgendosi agli studenti, egli disse: « Non lasciatevi tentare da uno sterile scetticismo, non lasciatevi scoraggiare dalla tristezza quando dolorose ore si abbatteranno sulle nazioni. Vivete nella serena pace dei laboratorî e delle biblioteche. Chiedete a voi stessi per prima: Che ho fatto per la mia istruzione? E quando sarete abbastanza avanti: Che ho fatto per la mia Patria? finchè verrà il giorno in cui avrete l'ineffabile felicità di poter credere di aver in qualche modo contribuito al progresso e al bene dell'umanità ».

Al metodo classico della vaccinazione antirabica furono portate in seguito molte modificazioni per rendere la cura più pratica e sicura. Fra queste modificazioni notevole quella del Fermi, assai diffusa anche all'estero, e che consiste nell'usare un potente *virus* attenuato con l'acido fenico e un siero antirabico.

EDOARDO JENNER

Nella storia della lotta contro le malattie infettive rifulge la gloria di Edoardo Jenner, lo scopritore della ***vaccinazione contro il vaiolo.***

Edoardo Jenner nacque nel 1749 in un sobborgo di Berkeley, una piccola cittadina del Gloucestershire. Studiò medicina e si perfezionò alla scuola di Giovanni Hunter, il grande chirurgo e naturalista inglese. Fin dalla sua giovinezza Jenner manifestò una passione vivissima alle scienze naturali. Ancora ragazzo mise insieme una preziosa raccolta di nidi e poi di fossili.

Dal Hunter fu incaricato di riordinare e classificare una preziosa collezione di piante raccolte dal capitano Cook in una sua celebre spedizione; si innamorò sempre più dello studio della Natura e nel 1787 comunicò alla Royal Society un suo pazientissimo studio sulla vita del cuculo che sbalordì i nobili membri della grande Accademia. Ma il destino preparava al modesto Jenner ben altra gloria!

Jenner amava la pratica medica; volle essere medico condotto al suo paese natio. Ancora studente era stato impressionato dal racconto di una contadina che affermava di considerarsi immune dal vaiolo perchè aveva contratto il « vaiolo della vacca ». Nella sua pratica di medico vaiolizzatore (la *vaiolizzazione* consisteva nell'inserire il prodotto di una pustola di un individuo vaioloso sopra la pelle di un individuo sano e tale pratica era nota già da molti secoli prima in Asia e in Africa) rimarcò che le inoculazioni di linfa di vaiolo umano rimanevano senza effetto sulle persone che avevano contratto anterior-

mente il vaiolo della vacca e del cavallo. Pensò allora di poter preservare l'uomo dal vaiolo inoculando a un ragazzo di 8 anni, James Philips, la linfa di una vescicola tolta dalla mano di una mungitrice che si era infettata con vaiolo bovino, e di sottoporre in seguito alla vaiolizzazione il ragazzo stesso. Poté così constatare che nel ragazzo non si manifestò alcun segno della malattia. Ma si decise a far questo dopo venti anni di studi e di ricerche e solo più tardi ancora comunicò i suoi risultati.

Divenne allora famoso; ma ebbe a lottare accanitamente contro ogni sorta di maldicenza. Vinse; « vinse, perchè la verità finisce sempre per trionfare e nulla può contro di essa l'invidia, la maldicenza, l'arroganza dei grandi, e la spudorata ignoranza degli sciocchi ». (F. USUELLI).

La tubercolosi.

Fra le tante malattie dell'apparato respiratorio, ve n'è una che, purtroppo, insidia l'umanità e fa strage: la *tubercolosi*. Diceva un manifesto pubblicato due anni fa col simbolo della *doppia croce* per la lotta antitubercolare: « In Italia muoiono ogni anno 45.000 tubercolotici; sono intelletti che declinano, energie che scompaiono, felicità che tramontano, patrimoni spirituali e materiali che si esauriscono, forze che si spezzano per il lavoro, per il pensiero, per il bene: aiutate lo sforzo immane del Governo fascista che ha posto l'Italia in prima linea nella lotta contro il terribile flagello ».

Nella sua laconica semplicità questo manifesto era più che sufficiente per parlare al cuore e all'intelligenza del lettore. Ma la realtà è anche più triste. Queste cifre danno una idea della mortalità ma non del numero degli ammalati. Infatti, a parte che in questi 45000 sono compresi soltanto i casi di tubercolosi polmonare, se si pensa che per ogni morto elencato nelle statistiche ufficiali vi sono circa 10 ammalati di tubercolosi, il numero di coloro che sono affetti da questa triste infermità sale a 450000, senza contare tutte le forme di tubercolosi così dette *latenti* e non diagnosticate. E l'Italia è uno dei paesi che, in proporzione ad altri, è dei meno colpiti. Infatti le percentuali più alte si hanno specialmente in Austria, in Ungheria, in Serbia e in Finlandia; il che dimostra anche come vi siano delle razze più sensibili alla infezione ed altre meno. Il popolo ungherese, che proviene dalla medesima stirpe finnica, ha con questa infatti in comune la grande sensibilità alla infezione. Il male è dunque di una gravità eccezionale, ed occorre conoscerlo per combatterlo efficacemente.

Che cosa è la tubercolosi. – La tubercolosi è una malattia infettiva dovuta ad un bacillo scoperto nel 1882 e denominato dallo scopritore: *bacillo di Koch*. È un bacillo dotato di una resistenza formidabile; tanto che è stato trovato vivo per tre mesi consecutivi negli sputi essiccati; persiste nelle biancherie fino a 26 giorni, vive bene nell'acqua fino a 40 giorni. Lo si può uccidere soltanto con disinfettanti molto energici e anche con l'ebollizione prolungata; è noto infatti come i medici consigliano di far bollire il latte per almeno 4 minuti onde sterilizzarlo. Nel latte si può trovare questo bacillo che, se non è proprio quello stesso del tipo umano, pure dà all'uomo le stesse forme di tubercolosi e molti bambini sono morti in seguito a ingestione di latte munto da mucche infette.

Penetrazione del germe. – Questo bacillo può penetrare nell'organismo per diverse vie. La principale è certamente quella per via aerea e polmonare; respi-

ad una quantità di circostanze, la conoscenza delle quali, nelle mani del medico, viene ad essere un'arma preziosa per arrestare un processo morboso iniziatosi o per stroncare addirittura una incipiente forma di tubercolosi; perchè non mancano esempi nella letteratura medica di casi di tubercolosi guarita nei primi stadi della malattia. Infatti, mentre un organismo può resistere bene ai primi assalti del male, è costretto a cedere di fronte a continui e ripetuti assalti; e un organismo si difende validamente se è immune da altre malattie, o in istato di valida costituzione e di buon nutrimento, di vita immune da strapazzi, ecc. Per cui tutta l'attenzione del medico deve essere rivolta alla possibile eliminazione delle cause favorevoli allo sviluppo del germe. Ma è proprio qui dove si manifesta, più ancora che l'opera individuale del medico, quella straordinariamente efficace della profilassi sociale.

Profilassi sociale. – La profilassi sociale mira ad eliminare tutte quelle cause che possono favorire lo sviluppo della malattia.

Essa si vale anzitutto della *propaganda* per le diffusione di quelle norme igieniche, che, se venissero osservate da tutti i cittadini, servirebbero efficacemente a ridurre di molto i casi di contagio. Così evitare di sputare per terra, ricorrere spesso alla disinfezione dei locali, evitare gli ambienti chiusi non arieggiati e pieni di polvere.

Ma l'azione più efficace è data dai così detti *Dispensari*, e, più che altro, dai *Sanatori*.

Poichè in Italia non è obbligatoria le denuncia, avviene che molti tubercolotici sarebbero lasciati alla loro sorte, se non intervenissero persone addette a queste istituzioni che, non appena vengano informate dei casi sospetti, si recano a domicilio dell'ammalato e lo prendono sotto la loro sorveglianza. Se il caso è piuttosto grave, l'ammalato è inviato ai Sanatori; ad ogni modo o prima o dopo la sua assunzione nel Sanatorio, ad esso e alle persone di famiglia vengono imposte quelle regole igieniche che altrimenti non sarebbero eseguite; ciò che costituirebbe un pericolo permanente per tutti coloro che avessero relazioni con lui; viene procurato il suo isolamento; si provvede a fargli avere medicinali, disinfettanti e quanto occorre per le cure del caso.

I *Sanatori* tengono in cura e in isolamento gli ammalati, e perciò occorre un certo numero di letti onde ricoverarli. Questo numero nel 1925 era quasi di 16.000 letti disponibili, contro una mortalità di 60.000, cioè nella proporzione di appena il 26%. Ma già nel 1930 era salito a 19.000 e poi è andato rapidamente crescendo. I Sanatori compiono opera assai efficace nel senso che i ricoverati, con le cure avute, possono spesso riprendere il loro lavoro e le loro funzioni nella società, in modo da non costituire più pericolosi focolai di infezione.

I *Tubercolosari* servono soprattutto per gli individui del terzo stadio della malattia, per quelli cioè che non possono più sperare nella guarigione e non hanno più alcuna possibilità di riprendere il lavoro e solo vengono ricoverati per impedire la diffusione del male.

Altri luoghi di cura sono poi le *stazioni elioterapiche* o *solari*; le *colonie marine* destinate particolarmente alla cura delle forme tubercolari ossee e ghiandolari frequenti specialmente nei bambini.

A fianco a queste opere di igiene e di cura ne sorgono poi altre destinate soprattutto a prevenire la malattia in quelle persone che circondano i malati e

sono esposte al contagio, ed è sorta così tutta una serie di istituzioni che comincia con la fondazione di *colonie di campagna o montane*, permanenti o no, dove si mandano per pochi mesi o per anni addirittura i bambini che hanno qualche piccola lesione specifica la quale può facilmente guarire e i bambini che provengono da genitori tubercolotici, bambini cioè deboli e predisposti, nei quali si delinea già l'abito tisico, e si finisce con altre istituzioni speciali che si occupano di togliere dall'ambiente infetto i piccoli nati, facendoli allevare da balie sane di campagna.

L'opera del Fascismo. – In questa lotta contro il terribile flagello il Governo Fascista non si è limitato, come una volta, a fare opera di misericordia isolando i colpiti e facendo della beneficenza che era ad un tempo umanitaria e disfattista; ma all'opera di beneficenza ha sostituito l'opera di *assistenza*, che è un'altra cosa. Essa ha infatti una funzione organica stabilita e disciplinata dallo Stato, e rientra nel concetto dello Stato corporativo, nel concetto cioè che elimina ogni contrasto e lotta di classe, ma rende obbligatoria la cooperazione di tutte le classi sociali per il benessere comune. Perciò è stata introdotta l'*assicurazione obbligatoria* contro la tubercolosi, che viene gestita dalla Cassa Nazionale delle Assicurazioni sociali e che fornisce larghi mezzi di aiuto, creando sanatorî, nuovi padiglioni, nuovi istituti, fra cui mirabile quello costruito a Roma, il più grande Istituto sanatoriale di Europa, intitolato a BENITO MUSSOLINI.

La malaria.

Per avere un'idea della diffusione di questa malattia basti dire che su una popolazione totale di oltre due miliardi di abitanti di tutta la terra ben 800 milioni sono alle prese colla malaria. Le regioni più infette sono le Indie, specie l'isola di Ceylon; la Russia, il Perù, la Palestina. In Italia delle 93 provincie del Regno solo una decina sono totalmente immuni da malaria, e si può dire che quasi un quarto del territorio nazionale è infetto. Le regioni più colpite sono quelle della Maremma e dell'Agro romano, le regioni del Vercellese, dove sono estese zone per la coltura del riso, la Sardegna, la Calabria, la Sicilia, la Lucania e gli Abruzzi.

La causa della malattia. – Essa è dovuta, come già si disse nella parte descrittiva, a un parassita specifico (il *Plasmodium*), un protozoo che viene inoculato nel sangue da Zanzare del genere *Anopheles*, le quali, con la loro puntura, trasmettono al corpo di un uomo sano il parassita da cui sono infette.

Si conoscono diverse specie di malaria determinate da diverse specie di zanzare e di plasmodi. Le zanzare del genere *Anofele* si distinguono da quelle comuni (genere *Culex*) per alcuni caratteri anatomici. Così, ad es., nell'Anofele i palpi sono altrettanti lunghi quanto la tromba in entrambi i sessi, e le ali portano macchiette dovute a piccole squame. Ma più che altro è diversa la posizione del corpo quando l'animale in riposo sta appoggiato a qualche superficie pianeggiante. Infatti l'asse del corpo è quasi parallelo alla superficie nella zanzara comune, mentre è pressochè verticale nell'Anofele (figg. 299, 301, 302).

Inoltre altre differenze vi sono nelle uova e nelle larve. Queste, portandosi alla superficie dell'acqua per respirare, galleggiano in posizione orizzontale se

appartengono all'Anofele, in posizione quasi verticale se appartengono al genere Culex.

La malattia della malaria è caratterizzata da *febbre intermittente*, ma si distingue la febbre *terzana*, la *quartana* e la *perniciosa* o *terzana maligna*. Nella *terzana* si ha un giorno di febbre e uno di *apiressia* (senza febbre); nella *quartana* un giorno febbre e due apiressia, nella *terzana maligna* si ha, inizialmente, un giorno febbre e uno apiressia, ma poi l'intermittenza diventa irregolare. L'accesso febbrile si ha quando, terminata la formazione delle spore, queste si riversano nel sangue in circolo, e durante l'intervallo nel quale non si ha febbre, si compie la formazione delle spore che dura uno o due giorni o più a seconda della specie di plasmodio.

La malattia si manifesta con anemia, ingrossamento del fegato, e, nei casi gravi, con decadimento delle forze e morte.

Tale è la causa della malaria, un tempo ritenuta dovuta alla *cattiva aria*, ed ora conosciuta soprattutto per opera del LAVERAN, francese, del ROSS, inglese, e di GIANBATTISTA GRASSI, zoologo italiano che, insieme ad altri medici e scienziati, si occuparono della malattia e dei trasmettitori di essa.

La cura della malattia. — Si può combattere la malaria ricorrendo al *chinino*, che si somministra al malarico due o tre ore prima che si manifesti l'accesso febbrile e che, avvelenando per così dire il sangue, uccide i plasmodi, allorchè questi escono dai globuli rossi.

Ma oltre a questa *bonifica umana*, assai più efficace riesce la bonifica delle regioni infestate o *Grande bonifica*. Si tratta cioè di un'opera grandiosa che rientra nel concetto della *Bonifica integrale*, atta non solo a prosciugare il terreno e a risanare intere popolazioni dal lato igienico, ma a restituire all'*agricoltura* vaste estensioni di suolo ora improduttive, e a dare incremento allo sviluppo *demografico* della Nazione. L'Italia, in questo campo, deve al genio e alla volontà del Duce del Fascismo le più imponenti realizzazioni, e le città di *Littoria*, di *Sabaudia*, di *Pontinia*, di *Aprilia* e di *Aprilia*, sorte dal nulla e divenute centri di vita e di attività, stanno a testimoniare quanto possa l'ingegno e la volontà dell'uomo allorchè è animato dal desiderio di bene. Ma a questo bisogna aggiungere altre numerose opere di bonifica compiute, o in atto, nella Lombardia, nel Ferrarese, nel Parmigiano, a Orbetello, e in molte altre regioni d'Italia. Alla fine del 1933 le bonifiche ultimate, o in corso di esecuzione, interessavano una superficie di ettari 4.276.000 pari al 14% del territorio del Regno.

Inoltre è da considerarsi la *Piccola bonifica*, che consiste nel distruggere le zanzare e le loro larve. A questo scopo vari mezzi sono stati messi in opera. Si allevano nelle acque diverse specie di pesci (genere *Gambusia*) che distruggono le larve di zanzare, perchè di esse si nutrono. Si sparge petrolio alla superficie delle acque allo scopo di impedire la respirazione delle larve che, come si è detto, vengono alla superficie per respirare (ultimamente si utilizzano i rifiuti degli olii industriali — *antilarval* — che pare diano migliori risultati); si ricorre a scoppi subacquei mediante bombe che distruggono così i covi delle zanzare; si fa uso di liquidi antimalarici da spargersi nelle abitazioni (*moscicida*). Inoltre si adoperano reti alle finestre delle abitazioni delle regioni infette; si diffondono nella popolazione i principî culturali necessari mediante corsi appositi, affinchè la lotta sia compiuta dagli abitanti con efficacia e con coscienza. Cosicchè la vittoria anche in questa lotta sarà certa.

INDICE

Quinta Classe: **Pesci.** Pag

Sesta Classe: **Ciclostomi.**

Prima Classe: **Insetti.**

Seconda Classe: **Aracnidi.**

Terza Classe: **Miriapodi.**

Quarta Classe: **Crostacei.**

Vermi.

PARTE SECONDA

LA CELLULA E LE SUE PARTI

ANATOMIA E FISIOLOGIA DEL CORPO UMANO

Il sistema nervoso.

Organi dei sensi.

PARTE TERZA

IGIENE